VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Rodinný dům – vnitřní vodovod a řešení ohřevu teplé vody pomocí solárních termických systémů

Family House – Plubing and Water Heating Using Solar Thermal Systems

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Ostrava 2019

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra prostředí staveb a TZB

Zadání bakalářské práce

Student: **Hana Petrášová**

Studijní program: B3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607R040 Prostředí staveb

Téma: Rodinný dům - vnitřní vodovod a řešení ohřevu teplé vody pomocí solárních termických systémů
Family House - Plumbing and Water Heating Using Solar Thermal Systems.

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Stavebně technické řešení - dokumentace pro provádění stavby, která bude obsahovat části:
1. Průvodní zpráva
2. Souhrnnou technickou zprávu
3. Stavební část
- Koordinační situace 1 :200, 1 : 250
- Základy 1 : 50
- Půdorysy jednotlivých podlaží 1 : 50
- Výkresy stropních dílců 1:50
- Řez schodištěm 1 : 50
- Půdorys střechy (pohled na střechu) 1 : 50
- Pohledy 1 : 200 (1 : 100)
- Vybrané detaily
- Situace

4.Stavební tepelná technika a energetika budovy:
-stanovení tepelně technických požadavků na stavební konstrukce a budovu.

5.Technika prostředí staveb:
Projekt vnitřního vodovodu a vnitřní kanalizace:
- Technická zpráva
  - bilance potřeby vody, bilance splaškových a dešťových vod,
  - dimenzování rozvodů VV a VK,
-výkresová část.

6.Poster s hlavními vypracovanými body diplomové práce o rozměrech 700 x 1000 mm

Rozsah práce: dle směrnice děkana č.7/2015 a dle vyhlášky MMR č. 62/2013 Sb., kterou se mění Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, dle potřeby pro prováděcí projekt.

Seznam doporučené odborné literatury:

Zákon č.350/2013 Sb., kterým se mění zákon č.183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu

(Stavební zákon).
Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov.
Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
Vyhláška MMR č. 398/2009., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
ČSN 73 4301 Obytné budovy. Praha. 2004 (změna Z1/2005, Z2/2009, Z, Z3/2012).
ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. 2004.
ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov - Část 2 : Požadavky. 2011.
ČSN 755409 Vnitřní vodovody 2013
ČSN 755455 Výpočet vnitřních vodovodů 2014
ČSN 755411 Vodovodní přípojky 2006
ČSN EN 12056(1-5) Vnitřní kanalizace – gravitační systémy: Část 1-5 2001
ČSN 756760 Vnitřní kanalizace 2014
ČSN 013450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace 2006
ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994
ČSN 06 0310 Ústřední vytápění – Projektování a montáž. 2002.
ČSN EN 12828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav. 2013.
ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení. 2006.
SKOTNICOVÁ, I., LABUDEK, J. Stavební tepelná technika I - studijní texty pro cvičení. Brno : Akademické nakladatelství CERM, 2011. 83 s. ISBN 978-80-7204-767-3.
CHYSKÝ, J., HEMZAL, K. A KOL. Větrání a klimatizace. Praha : Bolit B press Brno, 1993. ISBN 80-901574-0-8.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Petra Tymová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2018

Datum odevzdání: 06.05.2019

doc. Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.	prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
vedoucí katedry	*děkan fakulty*

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě …….

……. podpis studenta

Prohlašuji, že

- byla jsem seznámena s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3)
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna, v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše)
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě ……

Poděkování

Chtěla bych poděkovat mé vedoucí bakalářské práce Ing. Petře Tymové, Ph.D. a konzultantovi pozemní části paní Ing. Haně Ševčíkové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnovaly.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá návrhem vnitřního vodovodu dvoupodlažního rodinného domu. Voda je ohřívána pomocí vhodně navržených solárních termických systémů v letním období a za příznivých podmínek. Jako druhotný zdroj je navržen ohřev pomocí plynového kotle v zimním období. Cílem bakalářské práce je zajistit ohřev vody pomocí solárně termických systémů a druhotného zdroje. Projektová dokumentace je psána na dvě části, kde první část se zabývá projekcí stavby a druhá část technickým zařízením budov.

Klíčová slova: solární termický systém, solární soustava, vnitřní vodovod, ohřev vody

Annotation

Bachelor thesis deal with design of internal waterline in two-floor family house. The water is heating by solar therm systems in the summer seasons and favorable weather. As the second source for water heating is gas boiler, which will be used in the winter seasons and unfavorable weather. Object of bachelor thesis is ensure water heating by solar thermal systems and secondary source. Project documentation is written into two parts. The first part deal with working plans and the second part deal with building services.

Kay words: solar therm systems, solar systém, internal waterline, watter heating

Obsah:

Seznam použitého značení:

α – sklon ramene [°]

β – součinitel objemové roztažnosti teplonosné látky [-]

Δp_e – tlaková ztráta způsobena výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [kPa]

Δp_{Ap} – součet tlakových ztrát napojených zařízení [kPa]

Δp_f – tlaková ztráta vlivem místních odporů [kPa]

Δp_{RF} – tlaková ztráta vlivem tření a místních odporů v posuzovaném potrubí [kPa]

Δp_{wM} – součet tlakových ztrát vodoměru osazovaném v posuzovaném potrubí [kPa]

η_k – střední měsíční užitnost solárního kolektoru

η_o – účinnost solárního kolektoru při nulových tepelných ztrátách [-]

λ – součinitel tření [-]

ξ – součinitel místního odporu měděného potrubí [-]

ρ – hustota vody [kg/m^3]

a_1 – lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru [W/(m^2 · K)]

a_2 – kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru [W/(m^2 · K^2)]

A – Půdorysná plocha střechy [m^2]

A_k – plocha solárního kolektoru [m^2]

C – Součinitel odtoku srážkových vod [-]

c – měrná tepelná kapacita vody [J/(kg·K)]

d – dimenze potrubí [m]

f – solární podíl [%]

g – tíhové zrychlení [m/s^2]

$G_{T,m}$ – střední denní sluneční ozáření uvažované plochy solárních kolektorů [w/m^2]

h – svislá vzdálenost (výškový rozdíl) mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [m]

h_1 – podchodná výška [mm]

h_2 – průchodná výška [mm]

h_s – je výška sloupce teplonosné látky nad místem připojení EN [m]

H_T – měsíční dávka slunečního ozáření [kWh/(m^2 · K)]

k_d – koeficient denní nerovnoměrnosti [-]

k_h – koeficient denní nerovnoměrnosti [-]

KV – konstrukční výška [mm]

l – délka posuzovaného potrubí [m]

L – délka ramene [mm]

Lp – délka podesty [mm]

m – počet druhů odběrných míst

n – počet odběrných míst stejného druhu

n – počet dní v daném měsíci

n_p – počet schodů v podlaží [-]

n_r – počet stupňů v rameni [-]

p – hodnota srážky z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát solární soustavy [-]

p_{dis} – dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí [kPa]

p_e – maximální provozní tlak [kPa]

p_{max} – maximální provozní tlak v soustavě [kPa]

p_{minFL} – minimální požadovaný přetlak [kPa]

p_o – plnící tlak [kPa]

Q – objemový průtok solárních kolektorů [m^3/s]

Q_A – jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst [l/s]

Q_d – maximální denní potřeba vody [m^3/den]

Q_D – výpočtový průtok [l/s]

Q_h – maximální hodinová potřeba vody [m^3/h]

$Q_{k,u}$ – měsíční teoreticky využitelný tepelný zisk solární soustavy [kWh/měs]

Q_p – průměrná potřeba vody [m^3/den]

$Q_{p,c}$ – Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

$Q_{p,TV}$ – Celková potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

Q_r – roční potřeba vody [m^3/rok]

$Q_{r,s}$ – odtok srážkových vod [$l/(s \cdot m^2)$]

$Q_{ss,u}$ – využité zisky solární soustavy [kWh/měs]

R – délková tlaková ztráta třením v posuzovaném úseku potrubí [kPa/m]

RE – Reynoldsovo číslo [-]

SPV – specifická spotřeba vody [m^3/den]

SRP – spotřeba vody na jednoho obyvatele bytu [m^3/rok]

š – šířka stupně [mm]

Šp – šířka podesty [mm]

šs – šířka schodišťového ramene [mm]

$t_{e,s}$ – střední venkovní teplota v době slunečního svitu [°C]

$t_{k,m}$ – střední teplota teplonosné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne [°C]

t_{SV} – teplota studené vody [°C]

t_{TV} – teplota teplé vody [°C]

v – výška schodu [mm]

v – Rychlost proudění kapaliny [m/s]

v – kinematická viskozita teplonosné látky [m^2/s]

V – celkového objemu soustavy [l]

V_k – objem solárních kolektorů [l]

V_s – minimálního objemu teplonosné látky v nádobě ve studeném stavu [l]

$V_{TV,den}$ – průměrná denní potřeba teplé vody [kg/m^3]

w – rychlost proudění teplonosné látky [m/s]

z – přirážka pro zahrnutí tepelných ztrát souvisejících s přípravou teplé vody zjednodušeně [-]

Z – tlaková ztráta vřazených odporů [kPa]

ZO – počet zásobovaných obyvatel [obyv]

1. Úvod

V bakalářské práci se zabývám rozvody a ohřevem vody pro rodinný nepodsklepený dvoupodlažní objekt. Voda se ohřívá pomocí termických solárních systémů a jako druhotný zdroj pro ohřev vody je plynový kotel. Toto téma jsme si vybrala, pro možnost využití alternativní energie ohřevu vody, levnější a ekologičtější způsob ohřevu, než jsou běžné způsoby.

Práce je zpracována do dvou skupin, kde první skupina je textová část složena z průvodní a souhrnné technické zprávy. Jako druhou skupinu je přílohová část, která je složena z technického řešení objektu ve fázi projektové dokumentace pro realizaci stavby obsahující výkresovou část a část výpočtu.

Rodinný dům je řešený jako dvoupodlažní nepodsklepený objekt pro čtyřčlennou rodinu. Objekt je samostatně stojící, který má sedlovou střechu, kde štíty střechy jsou umístěny na východní a západní stranu. Pro letní měsíce je dům vytápěn pomocí solárních kolektorů, které jsou umístěny na jižní stranu. Solární kolektory jsou napojeny také a na bazénovou šachtu pro ohřev bazénové vody. V zimním období a v nepříznivých podmínkách je pro vytápění využit plynový kotel.

2. PRŮVODNÍ ZPRÁVA

2.1. Identifikační údaje

2.1.1. Údaje o stavbě

a) Název stavby

Rodinný dům: novostavba

b) Místo stavby

Adresa: Obec Horní Bludovice,

Katastrální území: Prostřední Bludovice

Parcelní číslo pozemku: 65/9

2.1.2. Údaje o stavebníkovy

Jméno stavebníka: Marcela Petrášová

Místo trvalého pobytu: Odry – Dobešov 26, 742 35

2.1.3. Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

a) Stavební část

Jméno: Hana Petrášová

Adresa: Odry – Dobešov 26, 742 35

Telefon: +420 737 352 549

Konzultant: Ing. Hana Ševčíková, Ph.D.

b) TZB část

Jméno: Hana Petrášová

Adresa: Odry – Dobešov 26, 742 35

Telefon: +420 737 352 549

Konzultant: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

2.2. Členění stavby na objekty a technická zařízení

OB1: Rodinný dům

OB2: Kanalizační přípojka

OB3: Vodovodní přípojka

OB4: Plynová přípojka

OB5: Elektrická přípojka

OB6: Bazén

OB7: Chodník okapový a pochozí plocha

2.3. Seznam vstupních podkladů

Jako vstupní poklad je bráno zadání bakalářské práce, s názvem rodinný dům – vnitřní vodovod a řešení ohřevu teplé vody pomocí solárních termických systémů, které je přiloženo na začátku textové zprávy.

3. SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

3.1. Popis území stavby

a) Charakteristika území a stavebního pozemku

Stavební pozemek se nachází v katastrálním území Prostřední Bludovice s parcelním číslem 65/9. Pozemek je v zastavěném území, kde ze dvou stran, severní a západní, je přilehlý k cestě. Ze strany jižní a východní se nachází další zastavěné parcely. Parcela má atypický tvar s rozlohou 1340 m^2. Nadmořská výška je ±0,000 = 303,5 m. n. m. bpv. Na pozemku se nenachází žádný porost jako jsou keře a stromy. V blízkosti parcely je veden veřejný rozvod kanalizace, vodovodu, plynu a elektřiny. Rozvody vodovodu, plynu a kanalizace vedou pod komunikací a elektrický rozvod je veden nad zemí.

b) Údaje o souladu s územím rozhodnutím nebo regulačním plánem nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem

Údaje o souladu s územním rozhodnutím, regulačním plánem, smlouvami atd., nejsou předmětem řešení bakalářské práce.

c) Údaj o souladu s územně plánovací dokumentací v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby

Jedná se o novostavbu, která je v souladu s územně plánovací dokumentací, proto nedochází ke stavebním úpravám podmiňující změnu v užívání stavby.

d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území

Nejsou zjištěny žádné výjimky ani úlevy z obecných požadavků na využívání území.

e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

V žádné části dokumentace nejsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů.

f) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů

Na pozemku byl proveden hydrogeologický průzkum a radonový průzkum firmou GEOMIN s.r.o. Základová půda je kamenitá-písčito-jílovitá. Na území byl zjištěn nízký radonový index. Výsledky průzkumu by byly přiloženy v dokladové části, ale v této bakalářské práci se touto problematikou nezabýváme.

g) Ochrana území podle jiných právních předpisů

V území se nenachází žádné bezpečnostní nebo ochranná pásma dle jiných právních předpisů.

h) Poloha vzhledem k zaplavovanému území, poddolovanému území apod.

V oblasti, na které se pozemek nachází, nejsou žádná zaplavovaná ani poddolovaná území.

i) Vliv stavby na okolní stavby a pozemek, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území

Při realizaci stavby bude docházet ke hluku od používání zařízení a přístrojů, které budou užívány jen v denních hodinách pracovních dnů. Po dobu realizace nesmí docházet v okolí k nadměrnému hluku vibracemi a otřesy nad mez stanovenou v nařízení vlády č. 272/2011 sb. [6] o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibracemi. Při výstavbě bude docházet k odkládání stavebního materiálu a sutin, které se musí během výstavby postupně odklízet. Na konci realizace stavby se okolí objektu musí dát do původního stavu. Okolní stavby a pozemky nebudou přímo zasaženy při výstavbě, nebudou na nich odkládány žádné materiály a sutiny. Příjezdová cesta bude průběžně uklízena a čištěna. Na staveništi se nebudou používat neznáme chemikálie, které by mohli poškodit či kontaminovat okolní prostředí.

j) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin

Při realizaci objektu nedochází k asanaci, demolici ani kácení stromů.

k) Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa.

Tyto požadavky nejsou předmětem řešení této bakalářské práce.

l) Územně technické podmínky

Možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě není předmětem řešení této bakalářské práce. Objekt bude od komunikace vzdálen 6,6 m. Na pozemku bude zřízena plynová, kanalizační, elektrická a vodovodní přípojka a budou připojeny na veřejné rozvody. Splaškové a dešťové vody budou odvedeny společně. Bude zde umístěna také vodovodní a kanalizační šachta. Elektrická přípojka bude napojena na NN vedení.

m) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice

Realizace stavby je stanovena na období květen 2019 až srpen 2020.

n) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba provádí

Stavba bude provedena na pozemku č. 65/9.

o) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo

Pozemky, které budou v průběhu stavby dotčeny a budou brány jako ochranné pásmo, jsou č. 65/35, 65/12, 65/3, 65/10

3.2. Celkový popis stavby

3.2.1. Základní charakteristika stavby a jejího užívání

a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby

Na pozemku bude postavena nová stavba. Výsledky statického posouzení a stavebně historický průzkum nejsou předmětem řešení této bakalářské práce.

b) Účel užívání stavby

Stavba je určena k trvalému bydlení osob.

c) Trvalé nebo dočasné stavby

Objekt je veden jako trvalá stavba.

d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby

Stavba není řešené z hlediska bezbariérového užívání stavby a nejsou vydána žádná povolení o vydání výjimky z technických požadavků na stavby.

e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů

Všechny požadavky dotčených orgánů jsou splněny a nejsou evidovány požadavky vyplývající z jiných právních předpisů

f) Ochrana stavby podle jiných právních předpisů

Stavba není chráněna dle jiných právních předpisů.

g) Navrhované parametry stavby

Zastavěná plocha:	100,37 m^2
Obestavěný prostor:	624,13 m^3
Užitná plocha:	155,53 m^2
Počet obytných místností:	6
Počet uživatelů:	4

h) Základní bilance stavby

Dešťová voda spolu s odpadními vodami budou svedeny do veřejné kanalizace obce Horní Bludovice. Veškeré odpady, které budou během výstavby vyprodukovány, budou řádně ekologicky zlikvidovány nebo uloženy na skládku, dle zákona č. 185/2001 sb. zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů [7]. Energetická náročnost budovy je hodnocena jako B – úsporná, dle protokolu k energetickému štítku obálky budovy v příloze č.4. Roční potřeba vody, pro užívání objektu, byla vypočtena v příloze č.5 na 140 m^3/rok.

i) Základní předpoklady výstavby

Stavba se bude realizovat od května roku 2019 do srpna 2020.

Etapy výstavby:

1) Přípravné práce v areálu
2) Zařízení staveniště, stavební přípojky
3) Zapažení a výkop stavební jámy, rýh
4) Realizace výstavby objektu rodinného domu
5) Úklid staveniště a vrácení pozemku do původního stavu

j) Orientační náklady stavby

Stavba byla vyčíslena pomocí výpočtu obestavěného prostoru na 6 500 000 Kč.

3.2.2. Celkové urbanistické a architektonické řešení

a) Urbanismus

Oblast okolo pozemku a pozemek je v územním plánu Horních Bludovic vedena jako plocha smíšená obytná. Okolo se také nachází plocha smíšená nezastavěná, plocha pro bydlení. V blízkosti se nachází veřejná komunikace vzdálená od vchodu do objektu 6,63 m. Ze severní strany je zřízena účelová komunikace, která bude od objektu vzdálena nejméně 3,8 m. Pozemek je obklopen dalšími objekty a stavebními parcelami. V centru Horních Bludovic jsou umístěny občanské vybavenosti a sportovní areál. Protéká zde řeka Lučina. Vchod do objektu bude situován na západní stranu.

b) Architektonické řešení

Z hlediska architektonického řešení je objekt navržen v obdélníkovém tvaru. Bude opatřen sedlovou střechou, kde štíty budou směřovány na západní a východní stranu. Vchod do objektu bude umístěn směrem ke komunikaci na západní stranu. Objekt bude obklopen okapovým chodníkem a na východní straně bude umístěna terasa s bazénem, jako odpočinková zóna. Objekt bude postaven pomocí systému Porotherm a vnější povrch konstrukce bude řešen pomocí šedé probarvené omítky. Okna a dveře budou zhotoveny ze dřeva s barvu světlého ořechu. A střecha bude zakryta taškami firmy TONDACH typu francouzská taška režná.

3.2.3. Celkové provozní řešení, technologie výroby

Objekt bude nepodsklepený a složen z 1.NP a 2.NP. 1.NP je určeno pro denní provoz a bude se zde nacházet technická místnost, komunikační prostory a společenské prostory. 2.NP je určeno pro noční provoz a je zde navržena ložnice, pokoje pro spaní a uskladňovací prostory. V obou podlažích budou také umístěny hygienické prostory pro mytí osob. Rozvody pro vodovod a vytápění budou vedeny z technické místnosti, v drážkách ve stěnách nebo v předstěnách, do celého objektu.

3.2.4. Bezbariérové užívání stavby

Bakalářská práce se nezabývá řešením přístupnosti a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace.

3.2.5. Bezpečnost užívání stavby

Stavba je navržena tak, aby v budoucnu nedocházelo k možnosti úrazu či nevzniklo nebezpečí při využívání objektu. Objekt bude v průběhu životnosti užíván v souladu s funkcí, pro kterou byla postavena. Bude zde prováděna pravidelná údržba potřebná k co nejvyšší životnosti budovy. Na vyšších místech bude objekt opařen bezpečnostními prvky pro zamezení pádu.

3.2.6. Základní charakteristika objektu

a) Stavební řešení

Rodinný domu bude mít 2 podlaží a nebude podsklepen. Objekt bude postaven ze stěnového konstrukčního systému Porotherm. Základy budou tvořeny základovými pásy z prostého betonu, pod obvodovými a vnitřními nosnými stěnami. Na těchto pásech bude zalita podkladní deska, z prostého betonu s vloženou kari sítí, jako základ pro podlahy 1.NP. Střecha je navržena jako sedlová, vytvořena pomocí dřevěných střešních prvků jako jsou například krokve, vaznice, pozednice, kleštiny a chráněna pomocí krytiny. Sklon střechy bude 35°. Na střeše budou osazeny střešní okna, sněhové zábrany, solární kolektory, výlez na střechu a plošina pro revizi komínu či údržby. Stropy jsou navrženy taktéž ze systému Porotherm. 1. NP bude zhotoveno s výškou 2,777 m. 2.NP bude řešeno jako obytné podkroví, kde ke spodní hraně šikminy je nejméně 1,425 m od podlahy. Celková výška podkroví je stanovena na 2,6 m. Obytné místnosti jsou v souladu s vyhláškou č. 268/2009 sb. o technických požadavcích na stavby [8] a normou ČSN 73 4301 obytné budovy [9].

b) Konstrukční a materiálové řešení

Vytyčení zemních prací:

Vytyčení pozemku objektu provede zodpovědný geodet. Po sejmutí ornice budou 2 m od výkopu umístěny hlavní vytyčovací body pomocí dřevěných laviček, na kterých bude zaznamenána rýhami a hřebíky poloha výkopu a výšková úroveň. Vytyčení přesné polohy bude provedeno pomocí drátů napnutých mezi jednotlivými lavičkami.

Provádění zemních prací:

Zemní práce jsou provedeny ručně i strojně. Ornice je sejmuta v tloušťce 200 ± 50 mm. Výkop rýh, pro základové pásy, bude mít hloubku 850 mm, pod obvodovými stěnami, pak 350 mm pro nosné stěny, komín a nástupní schodišťový stupeň uvnitř objektu. Okolo objektu bude také provedena drenáž z důvodu propustné zeminy.

Základová konstrukce:

Základy budou vytvořeny pomocí základových pásů, jejichž výška bude 850 mm u nosných stěna a u vnitřních stěn, komínu a pod nástupním schodišťovém stupni 350 mm. Šířka pásu bude u obvodových stěn z jedné strany odsazena 150 mm. U vnitřních stěn bude odsazení z obou stran 150 mm a příčky budou mít odsazení základu 100 mm na obě strany. Na základových pásech bude zalita podkladní deska tloušťky 150 mm z prostého betonu vyztuženého kari sítí. Materiál základů bude vytvořen z prostého betonu. Okolo základů bude zhotovena drenáž z důvodu málo propustné zeminy. Průměr drenážního potrubí je navržen na 100 mm. Na podkladní desce tloušťky 100 mm bude položeno drenážní potrubí a zasypáno štěrkem frakce 16/32 do výšky 300 mm nad horní hranu potrubí. Zbytek výkopu bude zasypán zeminou.

Svislé nosné konstrukce:

Na svislé konstrukce bude použit materiál systému Porotherm. Obvodovou stěnu utvoří broušené cihelné bloky s vloženou minerální izolací typu Porotherm 44 T PROFI na maltu pro tenké spáry. Vnitřní nosné stěny budou tvořeny broušenými cihelnými bloky Porotherm 30 Profi na maltu pro tenké spáry. Na základ bude položena zakládací malta, pod kterou je umístěna hydroizolace proti zemní vlhkosti. Sokl u obvodové stěny bude složen ze soklové broušené cihly Porotherm S Profi tloušťky 380 mm a vnější strana soklu se opatří tepelnou izolací XPS, Synthos XPS Prime S 70 L tloušťky 60 mm. Izolace jak tepelná, tak proti vodě bude vložena do výšky 300 mm od terénu. Jako další vrstva na izolací bude stěrková hmota se síťovinou, dále pak do výšky 300 mm lícové pásky TERCA pro ochranu proti odstřikující vodě. Svislé konstrukce v koupelnách, technické místnosti, WC a u některých obytných místností v 2.NP budou opatřeny předstěnou pomocí impregnované desky RIGIPS RBI. Výška, do které předstěna sahá, je znázorněna ve výkresech 1.NP a 2.NP.

Svislé nenosné konstrukce:

Jako nenosné konstrukce bude zřízena příčka, pro oddělení místností. Příčky jsou navrženy z materiálu systému Porotherm 14 PROFI na maltu pro tenké spáry. Budou vloženy jak do 1.NP tak do 2.NP. V koupelně 1.NP bude zřízena předstěna u příčky pomocí desky RIGIPS RBI. Výška do které předstěna sahá je znázorněna ve výkresech 1.NP.

Vodorovné konstrukce

Strop bude vytvořen pomocí systému Porotherm stropních trámů POT různých délek a stropních vložek MIAKO tloušťky 500 mm, délky a výšky 250 mm. Stropní trámy budou

uloženy na obvodových a nosných stěnách minimálně 125 mm. Vložky budou na stěně uloženy minimálně 25 mm. Věnec bude tvořen věncovkou Porotherm VT 8/25, tepelnou izolací XPS tloušťky 120 mm a železobetonovým věncem. Okenní a dveřní překlady Porotherm KP 7 různých délek budou složeny s 3 až 4 prvků, u obvodových a nosných stěn. Překlady u příček nad dveřmi budou zhotoveny pomocí Porotherm KP 14,5. Minimální uložení obou překladů na stěny je 125 mm. Strop v podkroví bude vytvořen pomocí kleštin, zateplen pomocí tepelné izolace ISOVER ORSIK a bude zde také vložena hydroizolace ISOCELL OMEGA a parozábrana ISOVER VARIO. Jako podhled bude strop opatřen sádrokartonovou konstrukční deskou RigiStabil (DRFIEH2) s patřičným ukotvena ke kleštinám.

Schodiště:

Bude konstruováno z železobetonu pomocí schodišťových ramen, deskových dílců obdélníkového tvaru, se stupni a podestami, které budou uloženy do obvodové a nosné stěny. Schodiště má 18 stupňů. Zábradlí na schodišti bude z nerezi s dřevěným madlem. Schodiště je vypočítáno v příloze č.1 pomocí normy ČSN 4130 schodiště a šikmé rampy [10].

Střešní konstrukce:

Bude tvořena krokvemi s rozměry 100/160 ve vzdálenostech 1 m od osy prvku, pozednicemi 160/120, vaznicí při vrcholu střechy 80/160, kleštinou 100/160 ve vzdálenostech 1 m. Prvky budou spojeny pomocí tesařských spojů. Pozednice bude přikotvena na železobetonový věnec. Část konstrukce bude zateplaná pomocí izolace ISOVER ORSIK v tloušťce 40 mm a 160 mm. Dále je použita pojistná hydroizolace ISOCELL OMEGA a parozábrana ISOVER VARIO. Střecha bude zakryta krytinou Tondach režné barvy. Bude opatřena také střešními okny a výlezem na střechu. Dále zde budou umístěny zachytávače sněhu. Budou zde také připevněny solární kolektory. Sklon střechy je navržen na 35 °C.

Komín:

Druh komínu je navržen jako SCHIEDEL MULTI s průměrem průduchu 140 mm. S vnějšími rozměry 360 x360 mm, komínový plášť bude z vláknitého betonu nad střešní rovinou. Na vrcholu se opatří krycí nerezovou deskou a na střešní rovině oplechováním u průchodu přes konstrukci. Celková délka komínu je navržena na 8,27 m. komín bude vyústěn 650 mm nad vrchol střechy. Ve spodní části komínu se vytvoří otvor, pro vyjem kondenzační jímky, který se opatří komínovými dvířky. Komín bude mít vytvořen otvor pro sopouch o průměru 140 mm. Průduch komínu bude vytvořen pro plynový kotel, tedy bude mít přívod vzduchu a odvod

spalin, kde přívod vzduchu prochází mezi potrubím o průměru 250 mm a vložkou o průměru 140 mm pro odvod spalin. Komín se čistí ze střechy.

Povrchová úprava:

Na vnitřní straně stěny bude nanesena štuková BAUMIT omítka o tloušťce 10 mm. Další vrstva bude omítka pro vyrovnání podkladu a barva. Prostor koupelny bude částečně opatřen obklady po celém obvodu do výšky 1,525 m. Povrch před nanesením omítky a dále pak pro výmalbu bude řádně ošetřen a očištěn. Podlaha ve většině místností bude vlisovaná pomocí dřevěných vlysů. V koupelně, technické místnosti a kuchyni se opatří podlaha keramickou dlažbou. Vnější obvodová stěna bude opatřena omítkou Baumit TERMO extra. Povrchové úpravy jednotlivých vnějších konstrukcí jsou znázorněny ve výkresu pohledů č. 8.

Parozábrana a hydroizolace:

Střecha bude opatřena na vnitřní straně parozábranou ISOVER VARIO a pojistnou hydroizolací ISOCELL OMEGA na straně exteriéru. Podlaha na zemině se opatří separační vrstvou PLUVITEC MAXIT a hydroizolací PARABIT GS40.

Tepelná izolace:

Střešní izolace bude dvouvrstvá z materiálu ISOVER ORSIK v tloušťce 40 mm a 160 mm u krokví. Stropní konstrukce nudou mít vloženou do podlahy 2.NP kročejovou izolaci. Podlaha na terénu bude mít tloušťku izolace 150 mm z materiálu ISOVER EPS PERIMETR.

Truhlářské a zámečnické výrobky:

Okna jsou navržena jako dřevěná s izolačním trojsklem VEKRA NATURA 78. Dveře vchodové budou ze stejného materiálu a skla jako okna. Terasové dveře RI okna s trojsklem se stejnou barvou jako okna. Střešní okna VELUX GLU CK02 10001 a GZL MK04 1051 (dřevěné okno). Dále pak střešní výlez VELUX GLX FK06 3150 dřevěný s měděným oplechováním. Střešní okna a výlez mají součinitel prostupu tepla hodnotu 1,3 w/($m^2 \cdot K$), okna VEKRA 0,86 w/($m^2 \cdot K$), dveře vchodové a terasové mají prostup tepla 1,2 w/($m^2 \cdot K$).

c) Mechanická odolnost a stabilita

Statická únosnost zděných stavebních materiálů je garantována výrobcem systému.

3.2.7. Základní charakteristika technických a technologických zařízení

a) Technické řešení

Objekt bude napojen elektrické vedení nízkého napětí. Dále bude připojen na veřejný vodovod obce Horní Bludovice pomocí přípojky napojené na vodovodní šachtu objektu a z technické místnosti rozvedené do celého objektu. Kanalizace bude svedena do veřejné kanalizace, jak pro splaškové, tak pro dešťové vody. Do objektu bude také přiveden plyn, který bude pomocí plynové přípojky veden do skříně plynového uzávěru a rozveden do objektu.

b) Výčet technických a technologických zařízení

Technická a technologická zařízení jsou vypsána v dalších částech projektové dokumentace a vypsána na souvisejících výkresech.

3.2.8. Zásady požárně bezpečnostního řešení

Objekt je z hlediska požární bezpečnosti brán jako jeden požární úsek a dle předpisů neohrožuje okolní objekty. Bude dostatečně vzdálen od vedlejších pozemků. V objektu budou napojeny zařízení pro detekci kouře a zjištění požáru v případě nehody.

3.2.9. Úspora energie a tepelná ochrana

V příloze č. 4 je uveden štítek obálky budovy, kde je klasifikována jako úsporná budova (B). Celková vypočtená tepelná ztráta budovy je 6,835 kW. Štítek obálky budovy a tepelné ztráty konstrukce byly vypočteny dle programu Ztráty 2015. Budova je navržena tak, aby jednotlivé konstrukce splňovaly tepelně technické požadavky. V příloze č. 2 jsou uvedeny jednotlivé tepelně technické vlastnosti konstrukcí, které byly zjištěny a porovnány s normovými hodnotami, normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky [11], pomocí programu Teplo 2017.

3.2.10. Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí

Objekt bude vytápěn pomocí deskových otopných těles v obytných místnostech a trubkových těles v koupelnách. Pro ohřev otopné vody bude použit plynový kondenzační kotel. Objekt bude zásobován vodou a plynem z veřejných sítí. Voda bude ohřívána pomocí solárních termických systémů v letních měsících. V zimním období a v nepříznivých podmínkách bude pro ohřev vody použit plynový kondenzační kotel. Odpad se svede do veřejné kanalizace. V objektu není navrženo žádné zařízení, které by v průběhu užívání vytvářelo hluk nebo vibrace. V letních měsících je možné, že bude docházet k hluku z důvodu údržby objektu a parcely. V průběhu

výstavby bude docházet jak ke hluku, tak k vibracím působením použitých zařízení a nástrojů. Tyto zařízení budou používány jen v denních hodinách pracovních dnů. Možná prašnost při výstavbě bude odstraněna pomocí kropením.

3.2.11. Zásady ochrany stavby před negativními účinky

a) Ochrana před pronikáním radonu z podloží

Na území byl zjištěn nízký radonový index. Jako opatření proti vniknutí radonu do objektu je na podkladní desku po celé délce vložena izolace proti zemní vlhkosti PARABIT GS40. Tato folie plní také funkci protiradonové izolace.

b) Ochrana před bludnými proudy

Bakalářská práce se nezabývá řešením této problematiky.

c) Ochrana před technickou seismicitou

V oblasti se nenachází žádná technická seismicita. V objektu nejsou navrženy žádné zařízení a stroje, které by mohly seismicitu vyvolat, proto objekt není speciálně chráněn proti těmto vlivům.

d) Ochrana před hlukem

Objekt bude chráněn před vnějším hlukem obvodovými stěnami o tloušťce 440 mm a okny s trojsklem. V okolí není zaznamenán žádný pravidelný hluk a objekt není navržen na typ užívání, kde by docházelo k hluku obtěžujícímu okolí.

e) Protipovodňové opatření

V okolí nejsou zaznamenány žádné povodňové oblasti, proto objekt nemá žádná tato opatření.

f) Ostatní účinky

V oblasti objektu se nenachází žádné vlivy poddolování, nevyskytují se zde žádné oblasti metanu apod...

3.3. Připojení na technickou infrastrukturu

a) Napojení místa technické infrastruktury

Napojení na technickou infrastrukturu bude vedeno pod komunikací blízko pozemku. Budou zde napojeny přípojky kanalizace, vodovod, plynovod, elektrické vedení. Splašková a dešťová kanalizace budou odváděny společně.

b) Připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky

Objekt bude napojen na veřejný vodovod HDPE – SDR 11 s potrubím DN 50. Přípojka se zhotoví s materiál HDPE 100 SDR 11 a rozměry potrubí 32 x 3,0 mm a bude napojena na veřejný vodovod pomocí navrtávacího pásu. Délka přípojky je 14,4 m.

Splašková a dešťová kanalizace se svede do veřejné kanalizace, s potrubím DN 400, pomocí přípojky s potrubím DN 150, materiálu PVC. Délka přípojky je 6,0 m.

Elektřina bude napojena na elektrické nadzemní vedení NN s kabelem 4x x70 AlFe pomocí přípojky proveden závěsným kabelem AYKY z 4x 16 mm^2. Délka přípojky je 13,0 m.

Objekt bude napojen také na plynovod NTL s potrubím DN 80. Přípojka se napojí na soustavu pomocí elektro tvarovky a končí kolmo na soustavu k hlavnímu uzávěru plynu. Světlost potrubí plynovodu je DN 25, materiál ocel. Délka připojovacího potrubí je 1,0 m.

3.4. Dopravní řešení

a) Popis dopravního řešení včetně bezbariérového opatření

Objekt se napojí na komunikaci ze západní strany ulice, která není nijak pojmenována. Na pozemku není navržena garáž, ale bude zde vydlážděná plocha pro parkování automobilů. Objekt není řešen z hlediska bezbariérového přístupu.

b) Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu

Objekt se napojí na dopravní infrastrukturu z ulice přilehlé k pozemku a dále se napojí na ulici Na Zábuří vedené do centra města Bludovice. Do okolních města a obcí je možné se také dostat pomocí autobusů, kde autobusová zastávka je vzdálená cca 100 m od pozemku.

c) Doprava v klidu

Parkování bude umožněno na odstavné dlážděné ploše určené pro stání aut.

d) Pěší a cyklistické stezky

V okolí se nachází cyklistická stezka cca 100 m od pozemku, která vede směrem do měst Terlicko, Žermanic, Havířova, Albrechtic. V okolí se taky nachází červená pěší stezka. U silnice není zaveden chodník, proto je nutno dodržovat dopravní bezpečnost.

3.5. Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

a) Terénní úpravy

Okolí objektu je poměrně rovné, a proto zde budou vytvořeny jen malé úpravy, jako je vytvoření rovného podkladu pro terasu. Hlavní terénní úpravy budou spojeny s výkopy základových pásů pro založení budovy a ostatní výkopové práce související se stavbou a provozem objektu.

b) Použité vegetační prvky

V budoucnu budou na pozemku sázeny stromy, keře a okrasné záhony dle uvážení vlastníka.

c) Biotechnická opatření

V rámci této bakalářské práce není předmětem řešení.

3.6. Popis vlivu stavby na životní prostředí a jeho ochrana

a) Vliv na životní prostředí

Při výstavbě objektu se bude postupně odstraňovat sutina a po dokončení výstavby bude vše řádně uklizeno včetně vozovky a odpad bude řádně odstraněn dle zákona č. 185/2001 Sb. [7].

b) Vliv na přírodu a krajinu

V blízkosti se nenachází žádné chráněné stromy a oblasti, které by jakýmkoli způsobem mohly být ovlivněny stavbou.

c) Vliv na soustavu chráněných území NATURA 2000

Pozemek nepatří do chráněného území.

d) Spůsob zohlednění podmínek závazného stanoviska posouzení vlivu záměru na životní prostředí

Není řešen v této bakalářské práci.

e) Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma

Není předmětem řešení bakalářské práci.

3.7. Ochrana obyvatelstva

Objekt splňuje základní požadavky na ochranu obyvatelstva. Pozemek, na kterém je objekt postaven, je oplocen a tím oddělen od ostatních pozemků. Stavba nebude mít negativní vliv na okolí.

3.8. Zásady organizace výstavby

a) Potřeby a spotřeby rozhodujících médii a hmot, jejich zajištění

Zajištění medií a hmot je věcí budoucího zhotovitele. Elektrická energie bude zajištěna od sousedních objektů a poté splacena.

b) Obnovení staveniště

Možná voda na staveništi při srážkách nebude nijak odvodňována, v případě vody ve výkopu bude voda odčerpána a puštěna na zadní část pozemku.

c) Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu.

Staveniště se bude rozkládat na stavebním pozemku a je přilehlé ke komunikaci Horních Bludovic vedoucí těsně u pozemku, komunikace není nijak pojmenována. Po této ulici budou přijíždět vozidla potřebné k výstavbě.

d) Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky

Výstavba bude prováděna tak, aby neměla negativní vliv na okolní prostředí. Jak bylo psáno výše bude prováděna jen v denních hodinách pracovních dnů.

e) Ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení stromů

Na pozemku nedochází k žádným demolicím, kácení stromů ani asanaci. Okolí je chráněno oplocením a výrazným označením, „Vstup zakázán“.

f) Maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště

V tomto případě není potřeba řešit zábory pro staveniště dočasné ani trvalé.

g) Požadavky na bezbariérové obchozí trasy

Není předmětem řešení bakalářské práce.

h) Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace

Odpady, které se mohou objevit na staveništi, jsou plastové pytle, kartony, odřezky stavebního materiálu použitého při výstavbě, papíry a plast. Všechny odpady budou řádně odvezeny, zlikvidovány a recyklovány dle druhu materiálu podle zákona č. 185/2001 Sb. [7]

i) Bilance zemních prací, požadavky na přesun nebo deponie zemin

Na začátku výkopů bude sejmuta ornice, která bude ponechána na pozemku v dosahu a dále jí uživatelé objektu využijí pro své účely. Dále bude vykopána zemina z rýh pro základové pásy a po zabetonování bude touto zeminou zasypán výkop u základu. Zeminy potřebné pro další

práce při výkopech a zásypech, jako například štěrk, písek, budou uskladněny na oddělených hromadách na pozemku.

j) Ochrana životního prostředí při výstavbě

Při výstavbě bude brán ohled na to, aby bylo chráněno životní prostředí. Budou zajištěny stroje a přístroje tak, aby kapalinami potřebnými k jejich provozu nepoškodily či nekontaminovaly okolní prostředí například spodní vodu, půdu.

k) Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi

Pracovníci, kteří budou na staveništi, budou řádně srozuměni s bezpečností při práci, budou nosit vhodné oblečení, včetně helmy. Při vyšších místech přístupných z lešení bude na lešení připevněna síť z důvodu možnosti pádu těžkých předmětů. Okolí staveniště bude oploceno s výstražným značením a žádný občan, který není součástí pracovního procesu, nemůže do tohoto prostoru vstoupit. Musí být dodrženo ustanovení novely nařízení vlády č. 136/2016 sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích [12].

l) Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb

Výstavbou nebudou dotčeny žádné další stavby, proto se úprava bezbariérového užívání nebude řešit.

m) Zásady pro dopravní inženýrská oprávnění

Není řešením této bakalářské práce.

n) Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby

Nejsou řešeny žádné speciální podmínky pro provádění stavby

o) Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny

- Vydání stavebního povolení
- Zahájení výstavby květen 2019
- Výkopy
- Zakládání konstrukce
- Technické zařízení budov napojení do objektu
- Svislé konstrukce
- Stropní konstrukce
- Střešní konstrukce

- Rozvod technických zařízení
- Vnitřní povrch konstrukcí
- Vnější povrch konstrukcí
- Úklid pozemku
- Ukončení výstavby srpen 2020

Podrobnější výpis by byl řešen v časovém harmonogramu, který však není předmětem řešení bakalářské práce.

3.9. Celkové vodohospodářské řešení

Bakalářská práce neřeší výstavbu ostatních vodohospodářských objektů jako je čistírna odpadních vod, jímky nebo studny.

4. SITUAČNÍ VÝKRESY

4.1. Situační výkres širších vztahů

Neřeší se v této bakalářské práci.

4.2. Katastrální situační výkresy

Neřeší se v této bakalářské práci.

4.3. Koordinační situační výkres

Výkres je přiložen k projektové dokumentaci jako výkres č. 1 v měřítku 1:200, kde jsou naznačeny všechny stávající stavby v okolí pozemku, hranice pozemků, rozvody technické infrastruktury, zeleň atd.

4.4. Speciální situační výkres

Není řešením bakalářské práce.

5. DOKUMENTACE OBJEKTŮ A TECHNICKÝCH A TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

5.1. Dokumentace stavebního a inženýrského objektu

5.1.1. Architektonicko – stavební řešení

a) Technická zpráva

Jedná se o rodinný dům nepodsklepený na katastrálním území Prostředních Bludovic, parcela č. 65/9. Objekt má dvě nadzemní podlaží. Zastřešení je navrženo pomocí sedlové střecha nad 2.NP. Nadmořská výška objektu při 0,000 = 303,500 m. n. m. Bpv.

Objekt budou užívat 4 osoby. Je považován jako jedna bytová jednotka v objektu. Celková zastavěná plocha 100,37 m^2. Plocha pozemku má výměru 1 350 m^2.

Pozemek má atypický tvar s poměrně rovinatým a travnatým terénem. Bude oplocen po celém obvodu a vchod na pozemek bude umístěn ze západní strany od komunikace. Na pozemku bude umístěn objekt rodinného domu, bazén, pochozí dlážděné plochy a plocha pro stání automobilu. Budou zde také zřízeny přípojky technické infrastruktury vedeny pod zemí.

Objekt je navržen s jednoduchým obdélníkovým tvarem. Vchod se bude nacházet na západní straně a vcházet se bude do zádveří, které nás zavede do komunikačních prostorů, jako je schodiště a chodba. Z chodby se dostaneme do obytné místnosti, kuchyně, hygienické místnosti a technická místnost. Kdy z kuchyně se dostaneme do obývacího pokoje, ze kterého můžeme pokračovat na terasu na východní straně. Schodiště nás zavede do 2.NP, kde jsou situovány skladovací, hygienické a obytné místnosti. Objekt je rozdělen na 2 zóny, kde 1.NP je bráno jako denní zóna a 2.NP jako noční zóna. Obytné místnosti budou prosvětleny pomocí oken a přes ně dochází k přirozenému odvětrávání. Celkově má objekt navrženo 16 místností, které jsou uvedeny ve výkresech půdorysu 1.NP a 2.NP. Objekt není řešen jako bezbariérový, proto zde nejsou zabudovány žádné prvky tohoto typu.

Z hlediska tepelné techniky byly konstrukce navrženy tak, aby splňovaly tepelně technické požadavky, a aby nedocházelo ke kondenzaci vodní páry. Tato problematika byla vypracována v programu Teplo 2017 [17] a je přiložena k dokumentaci v příloze č.2. Pomocí programu Ztráty 2015 [18] byl vytvořen štítek obálky budovy, který nalezneme v příloze č.4. Výsledky byly porovnány s normovými hodnotami pomocí normy ČSN 73 0540 [11]. Pracovníci výstavby budou řádně poučeni dle zákonu č. 309/2006 sb. o zajištění dalších podmínek

bezpečnosti [13] a ochrany zdraví při práci a zákona č. 262/2006 sb. zákoníku práce [14]. Při práci nebude docházet k vibracím a otřesům nad mez stanovenou v nařízení vlády č. 272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými činky hluku a vibrací [6]. Objekt bude navržen v souladu s vyhláškou č. 268/2009 sb. o technických požadavcích na stavby [8] a normou ČSN 73 4301 obytné budovy [9].

b) Výkresová část

Výkresy, které byly uvedeny v zadání bakalářské práce, budou přiloženy k dokumentaci.

5.1.2. Stavebně konstrukční řešení

a) Technická zpráva

Výkopy u objektu budou provedeny zodpovědným geodetem. Budou provedeny jak ručně, tak strojně. Bude sejmuta ornice 200 ± 50 mm. Poté provedeno zaměření a umístí se dřevěné lavičky na hlavní vytyčovací body 2 m od budoucího výkopu. Pomocí drátů se vytyčí přesná poloha výkopů. Základy budou řešeny základovými pásy z prostého betonu, na kterých bude zalita podkladní deska z prostého betonu s kari sítí. Vnitřní nosné stěny, taktéž příčky, jsou navrženy z broušených cihelných bloků různých tlouštěk a budou položeny na těžkém asfaltovém pásu na podkladní desce. Obvodové stěny jsou materiálově řešeny pomocí broušených cihelných bloků s vloženou minerální izolací. Strop bude složen ze stropních trámů POT a stropními vložkami MIAKO konstrukčního systému Porotherm. Jak už bylo psáno střecha bude sedlová se sklonem střechy 35° a bude se řešit pomocí dřevěných prvků (krokvemi, kleštinami, pozednicemi, vaznicí). Tam, kde se střecha střetne s vytápěnou částí objektu, bude zateplena pomocí dvou vrstev tepelné izolace Isover Orsik v tloušťce 160 mm a 40 mm. Dále je zde použita parozábrana Isover Vario a hydroizolace Isocell Omega. V koupelnách, technické místnosti, kuchyni a WC bude položena keramická dlažba jako podlahová krytina. V obytných místnostech, chodbách bude podlaha tvořena dřevěnými vlysy. Výška podlaží v 1.NP bude 2,777 m a v 2.NP na konci šikmé části 2,6 m a na začátku 1,425 m. Pro návrh schodiště byla použita norma ČSN 73 4130 schodiště a šikmé rampy [10]. Dále byla konstrukce navržena v souladu s vyhláškou č. 268/2009 sb. [8] o technických požadavcích na stavby a normou ČSN 73 4301 obytné budovy [9].

Řešení jednotlivých konstrukcí

Vytyčení zemních prací:

Vytyčení pozemku objektu provede zodpovědný geodet. Po sejmutí ornice budou 2 m od výkopu umístěny hlavní vytyčovací body pomocí dřevěných laviček, na kterých bude zaznamenána rýhami a hřebíky poloha výkopu a výšková úroveň. Vytyčení přesné polohy bude provedeno pomocí drátů napnutých mezi jednotlivými lavičkami.

Provádění zemních prací:

Zemní práce jsou provedeny ručně i strojně. Ornice je sejmuta v tloušťce 200 ± 50 mm. Výkop rýh pro základové pásy bude mít hloubku 850 mm, pod obvodovými stěnami pak 350 mm pro nosné stěny, komínem a nástupním schodišťovým stupněm uvnitř objektu. Okolo objektu bude také provedena drenáž z důvodu propustné zeminy.

Základová konstrukce:

Základy budou vytvořeny pomocí základových pásů, jejichž výška bude 850 mm u nosných stěna a u vnitřních stěn, komínu a pod nástupním schodišťovém stupni 350 mm. Šířka pásu bude u obvodových stěn z jedné strany odsazena 150 mm. U vnitřních stěn bude odsazení z obou stran 150 mm a příčky budou mít odsazení základu 100 mm na obě strany. Na základových pásech bude zalita podkladní deska tloušťky 150 mm z prostého betonu vyztuženého kari sítí. Materiál základů bude vytvořen z prostého betonu. Okolo základů bude zhotovena drenáž z důvodu málo propustné zeminy. Průměr drenážního potrubí je navržen na 100 mm. Na podkladní desce tloušťky 100 mm bude položeno drenážní potrubí a zasypáno štěrkem frakce 16/32 do výšky 300 mm nad horní hranu potrubí. Zbytek výkopu bude zasypán zeminou.

Svislé nosné konstrukce:

Na svislé konstrukce bude použit materiál systému Porotherm. Obvodovou stěnu utvoří broušené cihelné bloky s vloženou minerální izolací typu Porotherm 44 T PROFI na maltu pro tenké spáry. Vnitřní nosné stěny budou tvořeny broušenými cihelnými bloky Porotherm 30 Profi na maltu pro tenké spáry. Na základ bude položena zakládací malta, pod kterou je umístěna hydroizolace proti zemní vlhkosti. Sokl u obvodové stěny bude složen ze soklové broušené cihly Porotherm S Profi tloušťky 380 mm a vnější strana soklu se opatří tepelnou izolací XPS, Synthos XPS Prime S 70 L tloušťky 60 mm. Izolace jak tepelná, tak proti vodě bude vložena do výšky 300 mm od terénu. Jako další vrstva na izolací bude stěrková hmota se síťovinou, dále pak do výšky 300 mm lícové pásky TERCA pro ochranu proti odstřikující vodě.

Svislé konstrukce v koupelnách, technické místnosti, WC a u některých obytných místností v 2.NP budou opatřeny předstěnou pomocí impregnované desky RIGIPS RBI. Výška, do které předstěna sahá, je znázorněna ve výkresech 1.NP a 2.NP.

Svislé nenosné konstrukce:

Jako nenosné konstrukce bude zřízena příčka, pro oddělení místností. Příčky jsou navrženy z materiálu systému Porotherm 14 PROFI na maltu pro tenké spáry. Budou vloženy jak do 1.NP tak do 2.NP. V koupelně 1.NP bude zřízena předstěna u příčky pomocí desky RIGIPS RBI. Výška, do které předstěna sahá, je znázorněna ve výkresech 1.NP.

Vodorovné konstrukce

Strop bude vytvořen pomocí systému Porotherm stropních trámů POT různých délek a stropních vložek MIAKO tloušťky 500 mm, délky a výšky 250 mm. Stropní trámy budou uloženy na obvodových a nosných stěnách minimálně 125 mm. Vložky budou na stěně uloženy minimálně 25 mm. Věnec bude tvořen věncovkou Porotherm VT 8/25, tepelnou izolací XPS tloušťky 120 mm a železobetonovým věncem. Okenní a dveřní překlady Porotherm KP 7 různých délek budou složeny s 3 až 4 prvků, u obvodových a nosných stěn. Překlady u příček nad dveřmi budou zhotoveny pomocí Porotherm KP 14,5. Minimální uložení obou překladů na stěny je 125 mm. Strop v podkroví bude vytvořen pomocí kleštin, zateplen pomocí tepelné izolace ISOVER ORSIK a bude zde také vložena hydroizolace ISOCELL OMEGA a parozábrana ISOVER VARIO. Jako podhled bude strop opatřen sádrokartonovou konstrukční deskou RigiStabil (DRFIEH2) s patřičným ukotvena ke kleštinám.

Schodiště:

Bude konstruováno z železobetonu pomocí schodišťových ramen, deskových dílců obdélníkového tvaru, se stupni a podestami, které budou uloženy do obvodové a nosné stěny. Schodiště má 18 stupňů. Zábradlí na schodišti bude s nerezy s dřevěným madlem. Schodiště je vypočítáno v příloze č.1 pomocí normy ČSN 4130 schodiště a šikmé rampy [10].

Střešní konstrukce:

Bude tvořena krokvemi s rozměry 100/160 ve vzdálenostech 1 m od osy prvku, pozednicemi 160/120, vaznicí při vrcholu střechy 80/160, kleštinou 100/160 ve vzdálenostech 1 m. Prvky budou spojeny pomocí tesařských spojů. Pozednice bude přikotvena na železobetonový věnec. Část konstrukce bude zateplaná pomocí izolace ISOVER ORSIK v tloušťce 40 mm a 160 mm. Dále je použita pojistná hydroizolace ISOCELL OMEGA a parozábrana ISOVER VARIO.

Střecha bude zakryta krytinou Tondach režné barvy. Bude opatřena také střešními okny a výlezem na střechu. Dále zde budou umístěny zachytávače sněhu. Budou zde také připevněny solární kolektory. Sklon střechy je navržen na 35 °C.

Komín:

Druh komínu je navržen jako SCHIEDEL MULTI s průměrem průduchu 140 mm. S vnějšími rozměry 360 x360 mm, komínový plášť bude z vláknitého betonu nad střešní rovinou. Na vrcholu se opatří krycí nerezovou deskou a na střešní rovině oplechováním u průchodu přes konstrukci. Celková délka komínu je navržena na 8,27 m. komín bude vyústěn 650 mm nad vrchol střechy. Ve spodní části komínu se vytvoří otvor, pro vyjem kondenzační jímky, který se opatří komínovými dvířky. Komín bude mít vytvořen otvor pro sopouch o průměru 140 mm. Průduch komínu bude vytvořen pro plynový kotel, tedy bude mít přívod vzduchu a odvod spalin, kde přívod vzduchu prochází mezi potrubím o průměru 250 mm a vložkou o průměru 140 mm pro odvod spalin. Komín se čistí ze střechy.

Povrchová úprava:

Na vnitřní straně stěny bude nanesena štuková BAUMIT omítka o tloušťce 10 mm. Další vrstva bude omítka pro vyrovnání podkladu a barva. Prostor koupelny bude částečně opatřen obklady po celém obvodu do výšky 1,525 m. Povrch před nanesením omítky a dále pak pro výmalbu bude řádně ošetřen a očištěn. Podlaha ve většině místností bude vlisovaná pomocí dřevěných vlysů. V koupelně, technické místnosti a kuchyni se opatří podlaha keramickou dlažbou. Vnější obvodová stěna bude opatřena omítkou Baumit TERMO extra. Povrchové úpravy jednotlivých vnějších konstrukcí jsou znázorněny ve výkresu pohledů č. 8.

Parozábrana a hydroizolace:

Střecha bude opatřena na vnitřní straně parozábranou ISOVER VARIO a pojistnou hydroizolací ISOCELL OMEGA na straně exteriéru. Podlaha na zemině se opatří separační vrstvou PLUVITEC MAXIT a hydroizolací PARABIT GS40.

Tepelná izolace:

Střešní izolace bude dvouvrstvá z materiálu ISOVER ORSIK v tloušťce 40 mm a 160 mm u krokví. Stropní konstrukce nudou mít vloženou do podlahy 2.NP kročejovou izolaci. Podlaha na terénu bude mít tloušťku izolace 150 mm z materiálu ISOVER EPS PERIMETR.

Truhlářské a zámečnické výrobky:

Okna jsou navržena jako dřevěná s izolačním trojsklem VEKRA NATURA 78. Dveře vchodové budou ze stejného materiálu a skla jako okna. Terasové dveře RI okna s trojsklem se stejnou barvou jako okna. Střešní okna VELUX GLU CK02 10001 a GZL MK04 1051 (dřevěné okno). Dále pak střešní výlez VELUX GLX FK06 3150 dřevěný s měděným oplechováním. Střešní okna a výlez mají součinitel prostupu tepla hodnotu 1,3 w/($m^2 \cdot K$), okna VEKRA 0,86 w/($m^2 \cdot K$), dveře vchodové a terasové mají prostup tepla 1,2 w/($m^2 \cdot K$).

b) Výkresová část

Výkresy, které byly uvedeny v zadání bakalářské práce, budou přiloženy k dokumentaci.

5.1.3. Požárně bezpečnostní řešení

Objekt je řešen, z hlediska požární bezpečnosti, jako jeden požární úsek a budou zde vloženy zařízení pro detekci kouře a požáru. Celkově se bakalářská práce nezabývá touto problematikou.

5.1.4. Technika prostředí staveb

Práce se zabývá rozvodem vody z veřejného vodovodu do objektu a ohřevem vody pomocí solárních termických systémů. Pro solární ohřev se použijí 2 kolektory KPG1+ od firmy Regulus. Kolektory budou napojeny také na ohřev bazénové vody. V letním období se bude voda ohřívat pomocí solární soustavy a při nepříznivých podmínkách a v zimních měsících bude vodu ohřívat plynový kondenzační kotel.

5.2. Dokumentace technických a technologických zařízení

6. TECHNICKÁ ZPRÁVA VODOVODU

6.1. Popis objektu

Objekt je navržen jako rodinný dům pro 4 osoby. Bude mít obdélníkový tvar s půdorysnou plochou 100,37 m^2. Objekt má dvě podlaží, kde 2.NP je obytné podkroví. Střecha nad 2.NP je sedlová se sklonem 35°. Navrhovaná průměrná teplota je 20 °C. Výška podlaží bude v 1.NP 2,777 m a 2.NP bude 2,6 m. Pro ohřev vody bude na střeše umístěna série dvou kolektorů, které budou situovány na jižní světovou stranu.

6.2. Popis technického řešení

Ohřev vody bude zajištěn pomocí zásobníku Regulus R2BC 400 se dvěma výměníky pro připojení zdrojů tepla a s objemem 400 l. Výměník v horní části zásobníku bude připojen na kondenzační plynový kotel Thermona THERM 14 s příkonem 14,7 kW. Tento způsob bude využit v zimních měsících a při nepříznivých podmínkách. Druhý spodní výměník bude napojen na dva solární kolektory Regulus KPG1, které budou ohřívat vodu v letních měsících. Ohřívač vody bude umístěn v 1.NP v technické místnosti, z kterého dále bude teplá voda rozvedena do dalších částí objektu. Na výstupu teplé vody, dále jen TV, ze zásobníku nainstaluje termostatický směšovací ventil, který zabraňuje vniknutí nežádoucích teplot TV do odběrných míst.

6.3. Připojení na technickou infrastrukturu

6.3.1. Vodovodní přípojka

Vodovodní přípojka bude napojena na veřejný vodovod, HDPE – SDR 11, potrubí DN 50, pomocí navrtávacího pásu. Povede od vodoměru k vodovodnímu řádu ve spádu 0,3 % s délkou 14,4 m. Vodoměr bude umístěn v šachtě HAWLE VŠ GEO 1200 EKO. Trasa přípojky bude mít změněný směr, pod úhlem 90°, před napojením na vodoměrnou šachtu. Napojení na vodovodní řád a připojení k objektu bude kolmé. Potrubí bude chráněno izolací proti zamrznutí, oteplení a mechanickému poškození. Ochranné pásmo, území nad přípojkou, bude od osy potrubí na obě strany vzdáleno 2 m. V této oblasti se nemohou provádět další výkopové či jiné práce, které by mohly narušit potrubí.

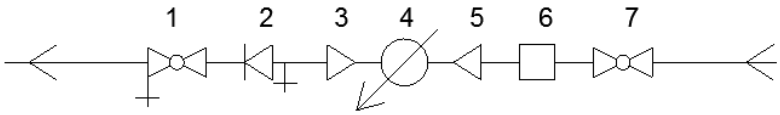
Potrubí bude uloženo do hloubky 1,6 m pod terénem. Bude uloženo na hutném pískovém podsypu v tloušťce 100 mm. Okolí potrubí bude zasypáno hutněným pískem v tloušťce 300 mm nad horní hranou potrubí. Na zasyp bude poté uložena výstražní fólie. Folie bude zasypána původním materiálem výkopu, který řádně zhutníme. Povrchová vrstva bude otřena trávníkem.

Potrubí přípojky bude z materiálu HDPE 100 SDR 11 s navrženou dimenzí 32 x 3,0 mm. Bude napojena na domovní kroužkový objemový vodoměr ALTAIR V3 se jmenovitou světlostí DN20, trvalým průtokem 4 m^3/h a tlakovou ztrátou 11,4 kPa. Přípojka bude napojena na vodovodní řád s dispozičním přetlakem 450 kPa.

6.3.2. Vodoměrná sestava

Vodoměrná sestava bude umístěna ve vodoměrné šachtě HAWLE VŠ GEO 1200 EKO o průměru 600/500 a výšce 1200 mm. Vodoměrná sestava se skládá z kulového kohoutu, filtru, vypouštěcího ventilu a zpětné klapky, jak je zaznačeného na obrázku č.1. Celková sestava bude zhotovena od firmy HAWLE ARMATURY spol. s.r.o.

Obrázek č.1 – Schéma vodoměrné sestavy Hawle



1.Přímý uzávěr s vypouštěním
2.Zpětný ventil
3.Redukce
4.Vodoměr ALTAIR V3, DN 20
5.Redukce
6.Filtr
7.Přímý uzávěr

6.4. Popis zařizovacích předmětů

Zařizovací předměty napojené na vodovod jsou vypsány v příloze č.6.

6.5. Vnitřní vodovod

Rozvody studené a teplé vody budou provedeny z materiálu PVC – C. Potrubí bude spojováno pomocí tvarovek z plastu lisováním. Potrubí bude přivedeno z exteriéru do koupelny v objektu. Při přestupu podlahou, než se začne rozvádět vody do objektu, bude umístěn kulový kohout s odvodněním. Z koupelny se bude voda rozvádět do umyvadla, WC a sprchy, umístěné v této místnosti, kde potrubí povede v předstěně šířky 150 mm. Dále se rozvede do kuchyně ke dřezu a myčce. Z kuchyně se potrubí dostává přes obvodovou stěnu na terasu a bude zde zřízen zahradní ventil. Na druhou stranu povede potrubí do technické místnosti, kde se napojí na umyvadlo, pračku a zásobník pro ohřev vody. Z technické místnosti povede potrubí stoupačkou do 2.NP. Tam se rozvede do koupelny a WC, kde bude napojeno na vanu, umyvadlo a WC. I v druhém patře potrubí povede v předstěně tloušťky 500 mm. Potrubí u přestupů přes podlahu, strop a obvodovou stěnu se opatří pažnicí SIMCEM typu FE/SF4 pro ochranu potrubí před statickým zatížením. Pažnice bude také opatřena těsnící vložkou pro zabránění vstupu vody do konstrukce.

WC v prvním i druhém nadzemním podlaží bude opatřen splachovací nádržkou a rohovým ventilem. Na všech umyvadlech, vaně, u sprchy a dřezu bude zřízena směšovací baterie. U sprchy bude také instalována sprchová hadice, baterie zde bude umístěna do výšky 600 mm nad podlahou. U vany bude baterie umístěna 500 mm nad podlahou. Umyvadla budou opatřena stojací baterii ve výšce umyvadla, které bude umístěno do výšky 800 mm. K myčce, pračce a zahradnímu ventilu bude nainstalována ochranná jednotka BA, zábrana proti zpětnému průtoku s kontrolovatelným redukovaným tlakovým pásmem [15]. K ohřívači vody bude umístěn kulový kohout s odvodněním, zpětný ventil, tlakoměr, pojistný ventil 8 Bar a expanzní nádoba AQUAFILL HW s objemem 12 l dle výrobce Regulus.

Potrubí teplé vody se bude rozvádět v 1.NP do umyvadel, sprchy a dřezu. Do 2.NP povede pomocí stoupacího potrubí a rozvede se do umyvadla a vany. Od ohřívače vody potrubí opatříme kulovým kohoutem s odvodněním. Rozvod teplé vody nebude opatřen cirkulačním potrubím. Objem vody v potrubí od ohřívače vody k vaně je menší než maximální možná hodnota, objem k umyvadlu a dřezu je taktéž menší.

Všechna potrubí studené vody budou opatřena minimální tloušťkou tepelné izolace 9 mm. Tepelná izolace teplé vody je uvedena v příloze č.8. Jednotlivé úseky potrubí a jejich dimenze jsou uvedeny na přiložených výkresech a v příloze č.7.

6.6. Příprava teplé vody

Příprava teplé vody bude zajištěna dvěma solárními kolektory Regulus KPG1+, které budou ohřívat vodu v letních měsících. Kolektory budou napojeny na zásobník teplé vody Regulus R2BC, se dvěma výměníky. Jako druhotný zdroj pro ohřev studené vody bude použit plynový kondenzační kotel Thermona THERM 14. Kotel bude využit v zimních obdobích a při nepříznivých podmínkách pro ohřev solárním systémem. Bude napojen na horní výměník tepla. Zásobník pro teplou vodu má objem 400 l. Potřeba tepla vody pro 4 osoby na den 160 l. Výpočet zásobníku teplé vody je vypočten s přirážkami v příloze č.9.

6.7. Výpočet dimenzování vnitřního vodovodu

Dimenze potrubí byla vypočtena pomocí normy pro výpočet vnitřního vodovodu [1]. Výpočet hlavní a vedlejších větví dimenze potrubí je uveden v příloze č.7.

6.8. Údržba vodovodu

Požadavky na údržbu, dle normy [2], se doporučuje alespoň 1x za rok zkontrolovat funkčnost a stav vodoměrů, jednou za 6 měsíců musí být zvyšovací tlakové, přerušovací nádrže min. 1 za rok vypuštěny a vyčištěny a 2x za rok je nutné odebrat vzorek [3].

6.9. Ochrana proti hluku a vibracím

Potrubí bude chráněno pažnicí SIMCEM typu FE/SF4 při přestupu přes obvodovou stěnu, strop, podlahu z důvodu ochrany před poškozením při vibracích konstrukce. Vnitřní vodovod je veden v předstěnách, místnost je tímto chráněna před možným hlukem průchodu vody v potrubí.

6.10. Zkoušení vnitřního vodovodu

Vodovod se zkouší dle normy [4] a zkouška vodovodu se skládá ze 3 částí:

6.10.1. Prohlídka potrubí

Zkouší se před montováním a zakrytím příslušenství a zařizovacích předmětů. Zjišťuje se, zda je vodovod proveden dle projektové dokumentace, norem. Všechny závady, které budou zjištěny při prohlídce musí být odstraněny před tlakovou zkouškou.

6.10.2. Tlaková zkouška

Než se začne provádět tlaková zkouška vodovod se řádně propláchne a odvzdušní. Po naplnění vodovodu vodou se přetlak zvýší na zkušební přetlak a stabilizuje se po dobu 12 hodin. Po stabilizaci proběhne zkouška přetlakem. Tlak nesmí po dobu 1 hodiny poklesnout o více než 20 kPa.

6.10.3. Konečná tlaková zkouška

Konečná tlaková zkouška se provede pomocí vody po montáži výtokových a pojistných armatur a ohřívače vody. Vodovodní potrubí se naplní vodou a nechá se 24 hodin pod provozním tlakem. Poté bude zhotovena konečná tlaková zkouška provozním přetlakem.

6.11. Proplachování vnitřního vodovodu

Potrubí se propláchne vodou a ohřívač vody se propláchne dvojnásobným objemem vody. Po propláchnutí se potrubí musí, v nejvyšších místech, odvzdušnit a odkalit. Objem spotřeby vody bude během proplachování zaznamenán vodoměrem.

6.12. Dezinfekce

Po dokončení tlakové zkoušky a propláchnutí se před uvedením do provozu bude vodovod dezinfikovat. Mezi dvě uzavírací armatury bude osazena armatura pro dávkování dezinfekčního prostředku a dezinfekční armaturu. Po dobu 2 hodin dezinfikujeme studenou a teplou vodu samostatně. Po dezinfekci vodovodu bude proveden řádný výplach.

7. SOLÁRNÍ SYSTÉM PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

7.1. Solární energie

Sluneční energie je jediný obnovitelný zdroj energie, který má potenciál na dlouhodobé pokrytí energetických potřeb lidstva. Je to zdroj bez negativních vedlejších následků. Zdroj, který je dostupný všude.

7.2. Solární kolektor

Na objekt rodinného domu budou využity sluneční kolektory od firmy Regulus s označením KPG1+. Kolektory budou směrovány na jih. Na střeše budou ukotveny ve sklonu 45°. K projektu je přiložen technický list, použitého kolektoru, jako příloha č.10.

7.3. Solární soustava a její součásti

Solární soustava bude zahrnovat čerpadlovou skupinu od firmy Regulus CSE SOL WP s napojeným regulátorem IR12 KRB. Součástí této skupiny je výstup pro přípoj expanzní nádoby, pojistný ventil, kohout pro napouštění, vypouštění a doplňování solárního systému dále čerpadlo Para ST 25–30 / 7-50 / iPWM2. Dále bude soustava opatřena čtyřmi teplotními čidly. Hlavní součástí je sluneční kolektor, zásobník na ohřev vody, výměník pro ohřev bazénu a solární okruh.

7.4. Návrh dimenze potrubí

Návrh dimenze potrubí je uveden v příloze č.9. Dimenze je navržena na 2 solární kolektory Regulus KPG1+.

8. TECHNICKÁ ZPRÁVA SOLÁRNÍHO SYSTÉMU

8.1. Popis solárního systému

Součástí solárního systému budou kolektory Regulus RPG1+. Na sedlové střeše budou umístěny 2 solární kolektory tohoto typu směřující na jižní stranu. Soustava bude sloužit k ohřevu teplé vody vodovodu a bazénové vody. Bude připojen na zásobník Regulus R2BC a pro ohřev bazénové vody na tepelný výměník OVB 70–20 kW.

8.2. Potřeba tepla

Potřeba tepla je vypočtena dle normy [5] a postup výpočtu je uvedena v příloze č. 9. Potřeba tepla na přípravu teplé vody, při teplotním spádu 60/15 °C, byla vypočtena na 9,638 kWh/den pro 4 osoby. Potřeba tepla na ohřev vody za rok je stanovena na 3 518 kWh/rok. Potřeba tepla na ohřev bazénové vody není vypočtena, voda se nebude stále ohřívat, při teplotě vyhovující uživateli se okruh pro ohřev bazénové vody uzavře. Bazén bude umístěn v exteriéru což znamená, že bude vyhříván také slunečními paprsky, a ne vždy bude potřeba bazén ohřívat pomocí solární soustavy. Při zahřátí vody na 20 °C by mohlo docházet k tvorbě bakterií legionella, které mají nežádoucí vliv na lidské tělo.

8.3. Solární kolektory

Pro ohřev vody budou využity 2 solární kolektory Regulus RPG1+ s plochou apertury 2,392 m^2. Rozměry kolektoru jsou výška x šířka x tloušťka – 2150 x 1170 x 83 mm. Doporučený průtok 120 l/h. Kolektor je opatřen připojovacím měděným potrubím Ø 22 x 0,8 mm. Teplonosná kapalina na systému bude vodní roztok propylenglykolu. Kolektory se budou připevňovat na střechu, o sklonu 35°, ve sklonu 45° pomocí 6 stavitelných střešních háku připevněných na krokve. Technický list kolektoru je přiložen k technické zprávě jako příloha č.10.

8.4. Zásobník pro ohřev vody

Kolektory budou napojeny na zásobník Regulus R2BC s dvěma výměníky. Solární ohřev bude napojen na spodní výměník. Horní výměník bude využit na plynový kotel Thermona THERM 14 KDZN. Objem zásobníku je 400 l a jeho výpočet je stanoven v příloze č.9. K zásobníku bude přiložena expanzní nádoba SL012 od firmy Regulus s objemem 12 l. Objem expanzní nádoby zásobníku je stanoven dle výrobce a uveden v návodu pro zásobník [16]. Pojistný ventil k expanzní nádobě je stanoven na tlak 8 bar.

8.5. Potrubí solárního systému

Potrubí solárního systému bude použito z mědi 15 x 1 mm. Bude použito ve všech úsecích, jak k napojení na zásobník, tak pro napojení na tepelný výměník bazénu. Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací vyrobená ze syntetického kaučuku (EPDM). Pro vnitřní rozvod bude použita izolace o tloušťce 13 mm, pro potrubí vedoucí na střeše a přes střechu bude tloušťka izolace zvětšena na 19 mm. Potrubí bude svedeno ze střechy přes odvětrávací tašky stoupacím potrubím do střechy a dále pak do předstěny 2.NP. Tam se bude napojovat na druhé stoupací potrubí vedeno do 1.NP k zásobníku a dále pak v předstěně a za kuchyňskou skříní do země k tepelnému výměníku bazénu. Při rozvětvení bude potrubí opatřeno trojcestným ventilem pro případné zastavení vytápění dané části. Na zpátečním potrubí bude instalována čerpadlová skupina CSE SOL WP. Výpočet dimenze potrubí je uveden v příloze č.9.

8.6. Expanzní nádoba, oběhové čerpadlo

Výpočet expanzní nádoby a návrh oběhového čerpadla je uvedeno v příloze č.9. Do solárního systému je navržena expanzní nádoba SL012 od firmy Regulus s objemem 12 l. Oběhové čerpadlo je součástí čerpadlové skupiny CSE SOL W P, kde je umístěno čerpadlo Para ST 25-130 /7-50 / iPWM2. Na skupinu bude napojen regulátor IR 12 KRB. V čerpadlové skupině se nachází pojistný ventil 6 bar, dva kulové kohouty, tlakoměr, teploměr. Do spotřebiče budou připojeny dvě teplotní čidla, jedno teplotní čidlo k bazénu. Dále bude připojeno solární teplotní čidlo na solární kolektor.

8.7. Regulace

Regulace pro ohřev vody, v zásobníku Regulus R2BC a bazénové vody pomocí tepelného výměníku OVB 70–20 kW, bude zajištěna regulátorem Regulus IR12 KRB. K regulátoru budou připojeny 4 čidla Pt1000. Bude napojen čerpadlovou soustavu CSE SOL W P, trojcestný

ventil Regulus LK 840 s pohonem a čerpadlo bazénu, které není předmětem řešení. Na zásobníkový ohřívač vody Regulus R2BC budou napojeny 2 teplotní čidla. Solární teplotní čidlo bude připojeno k solárním kolektorům Regulus RPG1+, které budou vzájemně propojeny a budou sloužit jako jedna skupina kolektorů. Další teplotní čidla budou připojena k bazénu. Teplotní čidla budou snímat teplotu jednotlivých zařícení a podle toho se bude čerpadlo spínat či vypínat, podle potřeby ohřevu. Teplota na zásobníku bude nastavena na 60 °C. Pokud teplota klesne o 4 K čerpadlo se sepne, pokud bude převýšena o 4 K čerpadlo se vypne. Teplota vody bazénu bude záviset na uživateli a bude zde zaveden obdobný postup. Pro rozdělení okruhů bude zaveden trojcestný ventil, který se při zahřátí bazénové vod na určenou teplotu uzavře nebo otevře v případě dohřívání.

8.8. Přípravy před uvedením do provozu

Provede se nastavení regulátoru solárního systému. Odkryjí se kolektory, dále se pod výtok z pojistného ventilu umístí nádoba schopná pojmout obsah kapaliny v systému. Zkontroluje se spínání oběhového čerpadla regulátorem. Prvních pár dní, po uvedení soustavy do provozu, se bude kontrolovat teplota, tlak v systému a chod čerpadla.

8.9. Kontrola a údržba

Jednou ročně, za slunečného dne, zkontrolujeme funkčnost a upevnění kolektorů, těsnost a tlak v systému, chod čerpadla. Jednou za dva roky se provede kontrola mrazuvzdornosti solární kapaliny.

9. Závěr

V této bakalářské práci jsem se zabývala zajištěním přípravy teplé vody pomocí solárních termických systémů. Příprava teplé vody byla navrhována na objekt pro 4 osoby. Bylo zjištěno, že bude potřeba pro ohřev teplé vody také druhotný zdroj v zimním období a při nepříznivých podmínkách. Solární systém je užitečným zdrojem energie v letních měsících tedy tehdy, kdy je největší přísun sluneční energie. Proto je tato varianta ohřevu ekologická a ekonomická. Ohřev bazénu bude zajištěn výměníkem, který bude využíván jen v případě potřeby. Bazén je umístěn ve vnějším prostředí, proto při letních měsících se bude také voda zahřívat slunečními paprsky.

10. Seznam použité literatury

[1] ČSN 75 5455: Výpočet vnitřního vodovodu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

[2] ČSN EN 806-5: Vnitřní vodovod pro rozvod vody určené k lidské spotřebě – Část 5: Provoz a údržba. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

[3] Vyhláška č. 252/2004 Sb.: kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. 4. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.

[4] ČSN 75 5409: Vnitřní vodovody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

[5] TNI 73 0302: Energetické hodnocení solárních tepelných soustav – Zjednodušený výpočtový postup. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

[6] ČR. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb.: Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In:. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, číslo 272. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272/zneni-20181109

[7] ČR. Zákon č. 185/2001 Sb.: Zákon o odpadech a o změně některých dalších zákonů. In: . Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2001, číslo 185. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185

[8] ČR. Vyhláška č. 268/2009 Sb.: Vyhláška o technických požadavcích na stavby. In: . Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, číslo 268. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-268

[9] ČSN 73 4301: Obytné budovy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2004.

[10] ČSN 73 4130: Schodiště a šikmé rampy - Základní požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

[11] ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

[12] ČR. Nařízení vlády č. 136/2016 Sb.: Nařízení vlády, kterým se mění nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, a nařízení vlády č. 592/2006 Sb., o podmínkách akreditace a provádění zkoušek z odborné způsobilosti. In: . Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016, číslo 136. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-136

[13] Zákon č. 309/2006 Sb.: zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. In: . Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, číslo 309. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-309

[14] Zákon č. 262/2006 Sb.: zákoník práce. In: . Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2006, číslo 262. Dostupné také z: https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-262

[15] ING. VRÁNA, Jakub. Ochrana vnitřního vodovodu podle ČSN EN 1717 a ČSN 73 6660 [online]. In: . 2003 [cit. 2019-04-27]. Dostupné z: https://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/1672-ochrana-vnitrniho-vodovodu-podle-csn-en-1717-a-csn-73-6660

[16] Návod na instalaci a použití: R2BC 200–3000. Praha: Regulus spol., 2019.

Využité programy:

[17] Stavební fyzika: Teplo, 2017; výpočet tepelného odporu a součinitele prostupu tepla; Svoboda software: Praha, 2017

[18] Stavební fyzika: Ztráty 2015; Výpočet tepelných ztrát; Svoboda software: Praha, 2015

[19] Archicad 21; Graphisoft; Architektonická studia, stavební projekce: Budapest, 2018

11. Seznam výkresů

1. Koordinační situace	1:200
2. Základy	1:50
3. Půdorys 1.NP	1.50
4. Půdorys 2.NP	1:50
5. Výkres stropních dílců	1:50
6. Řez schodištěm	1:50
7. Půdorys střechy (pohled na střechu)	1:50
8. Pohledy	1:100
9. Situace	1:200
10. Půdorys vodovodu 1.NP	1:50
11. Půdorys vodovodu 2.NP	1:50
12. Půdorys vodovodu – střecha	1:50
13. Axonometrie vodovodu	1:50
14. Schéma zapojení solární soustavy	-

12. Seznam příloh

Příloha č.1 – Výpočet schodiště

Příloha č.2 – Posouzení skladby stavebních konstrukcí, výstup z programu teplo 2017

Příloha č.3 – Výstup z programu Ztráty 2015

Příloha č.4 – Energetický štítek obálky budovy

Příloha č.5 – Výpočet potřeby vody

Příloha č.6 – Výpis zařizovacích předmětů

Příloha č.7 – Výpočet vnitřního vodovodu

Příloha č.8 – Izolace potrubí

Příloha č.9 – Návrh solárního systému

Příloha č.10 – Technický list kolektorů

Příloha č.11 – Konzultační deník

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.1

Výpočet schodiště

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Návrh dvouramenného schodiště [1]:

Použité vzorce:

Výpočet počtu stupňů v podlaží vypočítáme dle vzorce:

$$n_p = \frac{KV}{v} \tag{1.01}$$

kde:

KV – konstrukční výška [mm]

v – výška schodu [mm]

Výpočet výšky stupně vypočteme dle vzorce:

$$v = \frac{KV}{n_p} \tag{1.02}$$

kde:

KV – konstrukční výška [mm]

n_p – počet schodů v podlaží [-]

Výpočet šířky stupně vypočteme dle vzorce:

$$\text{š} = 630 - 2 \cdot v \tag{1.03}$$

kde:

š – šířka stupně [mm]

v – výška stupně [mm]

Výpočet stupňů v rameni vypočteme dle vzorce:

$$n_r = \frac{n_p}{2} \tag{1.04}$$

kde:

n_p – počet schodů v podlaží [-]

n_r – počet stupňů v rameni [-]

Výpočet délky ramene vypočteme dle vzorce:

$$L = (n_r - 1) \cdot \text{š} \tag{1.05}$$

kde:

L – délka ramene [mm]

n_r – počet stupňů v rameni [-]

š – šířka stupně [mm]

Výpočet sklonu ramene vypočteme dle vzorce:

$$tg\ \alpha = \frac{v}{š} \tag{1.06}$$

kde:

α – sklon ramene [°]

š – šířka stupně [mm]

v – výška stupně [mm]

Výpočet podchodné výšky vypočteme dle vzorce:

$$h_1 = 1500 + \frac{750}{\cos\alpha} \tag{1.07}$$

kde:

h_1 – podchodná výška [mm]

α – sklon ramene [°]

Výpočet průchodné výšky vypočteme dle vzorce:

$$h_2 = 750 + 1500 \cdot \cos\alpha \tag{1.08}$$

kde:

h_2 – průchodná výška [mm]

α – sklon ramene [°]

Výpočet:

Konstrukční výška: KV = 3136 mm

Navrhovaná výška schodiště: v = 170 mm

Celkový počet stupňů dle vzorce (1.01):

$$n_p = \frac{3136}{170} = 18{,}44$$

Navrhuji počet stupňů 18.

Výpočet výšky stupně dle vzorce (1.02):

$$v = \frac{3136}{18} = 174{,}22\ mm$$

Výpočet šířky stupně dle vzorce (1.03):

$$š = 630 - 2 \cdot 174{,}22 = 281{,}56\ mm \doteq 282\ mm$$

Počet stupňů v rameni dle vzorce (1.04):

$$n_r = \frac{18}{2} = 9$$

Délka schodišťového ramene dle vzorce (1.05):

$$L = (9 - 1) - 282 = 2256\ mm$$

Sklon ramene dle vzorce (1.06):

$$tg\ \alpha = \frac{174{,}22}{282} = 31{,}70°$$

Podchodná výška dle (1.07):

$$h_1 = 1500 + \frac{750}{\cos 31{,}70°} = 2381{,}6\ mm$$

Podmínka je splněna: $h_1 > h_{1,N}$ kde $h_{1,N} = 2100$ mm

Průchodná výška dle (1.08):

$$h_2 = 750 + 1500 \cdot \cos 31{,}70° = 2026{,}1\ mm$$

Podmínka je splněna: $h_2 > h_{2,N}$ kde $h_{2,N} = 1900$ mm

Celkový souhrn a závěr:

Konstrukční výška:	KV = 3136 mm
Celkový počet stupňů:	$n_p = 18$
Výška stupně:	v = 174,22 mm

Šířka stupně:	š = 282 mm
Sklon schodišťového ramene:	α = 31,71°
Délka schodišťového ramene:	L = 2256 mm
Šířka schodišťového ramene:	šs = 1000 mm
Délka podesty:	Lp = 2000 mm
Šířka podesty:	Šp = 1000 mm
Podchodná výška:	h_1 = 2381,6 mm
Průchodná výška:	h_2 = 2026,1 mm

Schodiště vyhovuje předpisům a navrhují se stupně 18 x 282 x 174 mm, přičemž při dvouramenném schodišti bude na každém rameni 9 stupňů. Horní povrch podesty je navržen ve výšce 1568 mm.

Zdroje:

[1] ČSN 73 4130: Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.2

Posouzení skladby stavebních konstrukcí, výstup z programu teplo 2017

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017 EDU tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Obvodová stěna	stěna	4.585	0.210	0.0122	ano	---
Střecha - obytná místn...	střecha	4.230	0.229	nedochází ke kondenzaci v.p.		---
Střecha - koupelna...	střecha	4.230	0.229	nedochází ke kondenzaci v.p.		---
Obytná místnost - stro...	strop	4.212	0.227	4.5408	ano	---
Koupelna - strop na st...	strop	4.212	0.227	4.3134	ano	---
Podlaha - koupelna...	podlaha	4.482	0.215	0.1720	ne	---
Podlaha - obývací míst...	podlaha	4.519	0.213	0.1653	ne	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Obvodvá stěna - obytná místnost**

Zpracovatel : Hana Petrášová

Zakázka : Rodinný dům

Datum : 12. 4. 201

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Baumit štuková	0,0100	0,4700	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Porotherm 44 E	0,4400	0,1040	1000,0	640,0	10,0	0.0000
3	Baumit termo o	0,0300	0,0900	850,0	420,0	15,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Baumit štuková omítka	---
2	Porotherm 44 EKO+ Profi	---
3	Baumit termo omítka extra (ThermoExtra)	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28	672	20.6	57.6	1396.9	-0.7	80.7	465.0
3	31	744	20.6	58.9	1428.4	3.1	79.5	606.4
4	30	720	20.6	61.0	1479.4	8.1	77.3	834.5
5	31	744	20.6	65.3	1583.6	13.1	74.2	1118.0
6	30	720	20.6	69.2	1678.2	16.3	71.6	1326.3
7	31	744	20.6	71.1	1724.3	17.7	70.2	1421.0
8	31	744	20.6	70.3	1704.9	17.1	70.8	1379.9
9	30	720	20.6	65.8	1595.8	13.5	73.9	1143.0
10	31	744	20.6	61.5	1491.5	8.9	76.8	875.3
11	30	720	20.6	59.0	1430.8	3.7	79.2	630.3
12	31	744	20.6	57.9	1404.2	-0.5	80.7	472.8

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.585 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.210 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.7E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 2818.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 1.1 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.77 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.949**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.4	0.949	59.3
2	15.4	0.755	11.9	0.594	19.5	0.949	61.6
3	15.7	0.721	12.3	0.525	19.7	0.949	62.3
4	16.3	0.654	12.8	0.378	20.0	0.949	63.5
5	17.3	0.566	13.9	0.102	20.2	0.949	66.9
6	18.3	0.458	14.8	------	20.4	0.949	70.1
7	18.7	0.345	15.2	------	20.5	0.949	71.8
8	18.5	0.405	15.0	------	20.4	0.949	71.1
9	17.5	0.559	14.0	0.068	20.2	0.949	67.3
10	16.4	0.641	12.9	0.346	20.0	0.949	63.8
11	15.8	0.713	12.3	0.510	19.7	0.949	62.2
12	15.5	0.756	12.0	0.594	19.5	0.949	61.9

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**e**
theta [C]:	19.6	19.5	-12.2	-14.7
p [Pa]:	1334	1275	244	138
p,sat [Pa]:	2284	2261	213	169

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]**
1	0.3441	0.4247	1.920E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0122 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **2.9448 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

		Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
Číslo	**Název**	**pod 60%**	**60-70%**	**70-80%**	**80-90%**	**nad 90%**
1	Baumit štuková	90	213	62	---	---
2	Porotherm 44 E	---	---	214	151	---
3	Baumit termo o	---	---	214	151	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodvá stěna - obytná místnost

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-15,0 C
Teplota na vnější straně Te:	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	**Název vrstvy**	**d [m]**	**Lambda [W/mK]**	**Mi [-]**
1	Baumit štuková omítka	0,010	0,470	25,0
2	Porotherm 44 EKO+ Profi	0,440	0,104	10,0
3	Baumit termo omítka extra (The	0,030	0,090	15,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr =	0,747
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m =	0,949

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem

naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N =	0,30 W/m2K
Vypočtená hodnota: U =	0,210 W/m2K

U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 8,448 kg/m2,rok
(materiál: Porotherm 44 EKO+ Profi).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m2,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0122 kg/m2,rok
Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 2,9448 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.
Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.
Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Střecha - obytná místnost**

Zpracovatel : Hana Petrášová

Zakázka : Rodinný dům

Datum : 12. 4. 2019

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.037 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Rigips RB/RBI/	0,0150	0,2100	960,0	750,0	10,0	0.0000
2	Isover Vario	0,0000	0,3500	1470,0	60,0	100000,0	0.0000
3	Isover Orsik	0,0400	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
4	Isover Orsik	0,1600	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
5	Isocell Omega	0,0006	0,3500	1500,0	233,0	33,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

U vrstvy č. 2 je faktor difuzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokartonové desky)	---
2	Isover Vario	---
3	Isover Orsik	---
4	Isover Orsik	---
5	Isocell Omega Light	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	55.1	1336.3	-4.4	81.2	342.9
2	28	672	20.6	57.6	1396.9	-2.7	80.7	393.5
3	31	744	20.6	58.9	1428.4	1.1	79.5	525.6
4	30	720	20.6	61.0	1479.4	6.1	77.3	727.5
5	31	744	20.6	65.3	1583.6	11.1	74.2	980.0
6	30	720	20.6	69.2	1678.2	14.3	71.6	1166.4
7	31	744	20.6	71.1	1724.3	15.7	70.2	1251.5
8	31	744	20.6	70.3	1704.9	15.1	70.8	1214.5
9	30	720	20.6	65.8	1595.8	11.5	73.9	1002.3
10	31	744	20.6	61.5	1491.5	6.9	76.8	763.8
11	30	720	20.6	59.0	1430.8	1.7	79.2	546.7
12	31	744	20.6	57.9	1404.2	-2.5	80.7	400.2

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.
Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.230 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.229 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 53.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 1.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.63 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.945**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	14.7	0.763	11.3	0.627	19.2	0.945	60.0
2	15.4	0.776	11.9	0.629	19.3	0.945	62.4
3	15.7	0.750	12.3	0.574	19.5	0.945	63.0
4	16.3	0.702	12.8	0.463	19.8	0.945	64.1
5	17.3	0.657	13.9	0.291	20.1	0.945	67.5
6	18.3	0.630	14.8	0.073	20.3	0.945	70.7
7	18.7	0.612	15.2	------	20.3	0.945	72.3
8	18.5	0.622	15.0	------	20.3	0.945	71.6
9	17.5	0.656	14.0	0.273	20.1	0.945	67.9
10	16.4	0.694	12.9	0.441	19.8	0.945	64.4
11	15.8	0.743	12.3	0.561	19.6	0.945	62.9
12	15.5	0.777	12.0	0.629	19.3	0.945	62.7

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**e**
theta [C]:	19.9	19.4	19.4	12.6	-14.7	-14.7
p [Pa]:	1334	1300	187	178	143	138
p,sat [Pa]:	2325	2256	2256	1458	169	169

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 4.453E-0008 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

		Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
Číslo	**Název**	**pod 60%**	**60-70%**	**70-80%**	**80-90%**	**nad 90%**
1	Rigips RB/RBI/	90	213	62	---	---
2	Isover Vario	151	214	---	---	---
3	Isover Orsik	334	31	---	---	---
4	Isover Orsik	---	---	275	90	---
5	Isocell Omega	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střecha - obytná místnost

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti: 20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM: 20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae: -15,0 C
Teplota na vnější straně Te: -15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai: 20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi: 50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	**Název vrstvy**	**d [m]**	**Lambda [W/mK]**	**Mi [-]**
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokart	0,015	0,210	10,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Isover Orsik	0,040	0,040	1,0
4	Isover Orsik	0,160	0,040	1,0
5	Isocell Omega Light	0,0006	0,350	33,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr = 0,747
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m = 0,945

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty

zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N =	0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U =	0,229 W/m2K

U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Střecha - koupelna**

Zpracovatel : Hana Petrášová

Zakázka : Rodinný dům

Datum : 12. 4. 201

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.037 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Rigips RB/RBI/	0,0150	0,2100	960,0	750,0	10,0	0.0000
2	Isover Vario	0,0000	0,3500	1470,0	60,0	100000,0	0.0000
3	Isover Orsik	0,0400	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
4	Isover Orsik	0,1600	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
5	Isocell Omega	0,0006	0,3500	1500,0	233,0	33,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

U vrstvy č. 2 je faktor difuzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokartonové desky)	---
2	Isover Vario	---
3	Isover Orsik	---
4	Isover Orsik	---
5	Isocell Omega Light	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	24.6	44.3	1369.4	-4.4	81.2	342.9
2	28	672	24.6	46.2	1428.2	-2.7	80.7	393.5
3	31	744	24.6	47.3	1462.2	1.1	79.5	525.6
4	30	720	24.6	48.9	1511.6	6.1	77.3	727.5
5	31	744	24.6	52.3	1616.7	11.1	74.2	980.0
6	30	720	24.6	55.4	1712.6	14.3	71.6	1166.4
7	31	744	24.6	56.8	1755.8	15.7	70.2	1251.5
8	31	744	24.6	56.2	1737.3	15.1	70.8	1214.5
9	30	720	24.6	52.7	1629.1	11.5	73.9	1002.3
10	31	744	24.6	49.3	1524.0	6.9	76.8	763.8
11	30	720	24.6	47.3	1462.2	1.7	79.2	546.7
12	31	744	24.6	46.5	1437.4	-2.5	80.7	400.2

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.230 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.229 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 53.5

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 1.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 22.41 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.945**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	15.1	0.671	11.6	0.553	23.0	0.945	48.8
2	15.7	0.675	12.3	0.549	23.1	0.945	50.6
3	16.1	0.638	12.6	0.491	23.3	0.945	51.1
4	16.6	0.568	13.1	0.381	23.6	0.945	52.0
5	17.7	0.487	14.2	0.228	23.9	0.945	54.7
6	18.6	0.417	15.1	0.075	24.0	0.945	57.3
7	19.0	0.370	15.5	------	24.1	0.945	58.5
8	18.8	0.392	15.3	0.021	24.1	0.945	58.0
9	17.8	0.481	14.3	0.214	23.9	0.945	55.0
10	16.7	0.556	13.3	0.360	23.6	0.945	52.3
11	16.1	0.628	12.6	0.478	23.3	0.945	51.0
12	15.8	0.676	12.4	0.549	23.1	0.945	50.9

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**e**
theta [C]:	23.8	23.3	23.3	15.7	-14.7	-14.7
p [Pa]:	2318	2258	228	211	146	138
p,sat [Pa]:	2954	2859	2859	1783	170	169

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Množství difundující vodní páry Gd : 8.120E-0008 kg/(m2.s)

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující

skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

		Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
Číslo	**Název**	**pod 60%**	**60-70%**	**70-80%**	**80-90%**	**nad 90%**
1	Rigips RB/RBI/	365	---	---	---	---
2	Isover Vario	365	---	---	---	---
3	Isover Orsik	365	---	---	---	---
4	Isover Orsik	---	---	275	90	---
5	Isocell Omega	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Střecha - koupelna

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-15,0 C
Teplota na vnější straně Te:	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	24,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	**Název vrstvy**	**d [m]**	**Lambda [W/mK]**	**Mi [-]**
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokart	0,015	0,210	10,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Isover Orsik	0,040	0,040	1,0
4	Isover Orsik	0,160	0,040	1,0
5	Isocell Omega Light	0,0006	0,350	33,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr =	0,913
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m =	0,945

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce.

Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N =	0,24 W/m2K
Vypočtená hodnota: U =	0,23 W/m2K

U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Obytná místnost - strop na střechu**

Zpracovatel : Hana Petrášová

Zakázka : Rodinný dům

Datum : 12. 4. 2019

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop pod nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem

Korekce součinitele prostupu dU : 0.037 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Rigips RB/RBI/	0,0150	0,2100	960,0	750,0	10,0	0.0000
2	Isover Vario	0,0000	0,3500	1470,0	60,0	100000,0	0.0000
3	Isover Orsik	0,0400	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
4	Isover Orsik	0,1600	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
5	Isocell Omega	0,0006	0,3500	1500,0	233,0	33,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

U vrstvy č. 2 je faktor difuzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokartonové desky)	---
2	Isover Vario	---
3	Isover Orsik	---
4	Isover Orsik	---
5	Isocell Omega Light	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 20.6 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 5.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 50.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 85.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	5.0	99.0	863.1	20.6	50.1	1215.0
2	28	672	5.0	99.0	863.1	20.6	52.6	1275.6
3	31	744	6.0	99.0	925.3	20.6	53.9	1307.2
4	30	720	9.0	99.0	1136.0	20.6	56.9	1379.9
5	31	744	13.0	99.0	1482.0	20.6	56.0	1358.1
6	30	720	17.0	85.4	1653.9	20.6	60.3	1462.4
7	31	744	20.0	73.6	1720.0	20.6	66.1	1603.0
8	31	744	20.0	72.7	1699.0	20.6	65.3	1583.6
9	30	720	16.0	86.1	1564.7	20.6	60.8	1474.5
10	31	744	10.0	99.0	1215.0	20.6	56.5	1370.2
11	30	720	8.0	99.0	1061.5	20.6	54.0	1309.6
12	31	744	5.0	99.0	863.1	20.6	52.9	1282.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.212 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.227 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 54.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 1.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 5.85 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.945**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	8.1	------	4.9	------	5.9	0.945	93.3
2	8.1	------	4.9	------	5.9	0.945	93.3
3	9.1	------	5.9	------	6.8	0.945	93.7
4	12.2	------	8.9	------	9.6	0.945	94.8
5	16.3	------	12.8	------	13.4	0.945	96.3
6	18.0	------	14.5	------	17.2	0.945	84.3
7	18.7	------	15.1	------	20.0	0.945	73.5
8	18.5	------	15.0	------	20.0	0.945	72.6
9	17.2	------	13.7	------	16.3	0.945	84.7
10	13.2	------	9.9	------	10.6	0.945	95.2
11	11.2	------	7.9	------	8.7	0.945	94.5
12	8.1	------	4.9	------	5.9	0.945	93.3

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**e**
theta [C]:	5.3	5.5	5.5	8.5	20.3	20.3
p [Pa]:	741	754	1193	1197	1211	1213
p,sat [Pa]:	890	903	903	1107	2381	2381

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]**
1	0.0150	0.0150	2.752E-0007

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0000 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **1.4616 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 20.6 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí

venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
Měsíc	**levá**	**pravá**	**g,in**	**g,out**	**Mc/Mev**	**Ma**
10	0.0150	0.0150	-0.0080	-0.2785	0.2705	0.2705
11	0.0150	0.0150	-0.0060	-0.4884	0.4824	0.7529
12	0.0150	0.0150	-0.0049	-0.9253	0.9204	1.6733
1	0.0150	0.0150	-0.0040	-0.7353	0.7313	2.4289
2	0.0150	0.0150	-0.0045	-0.8198	0.8153	3.2442
3	0.0150	0.0150	-0.0061	-0.8319	0.8258	4.0700
4	0.0150	0.0150	-0.0077	-0.4785	0.4708	4.5408
5	0.0150	0.0150	-0.0108	0.3979	-0.4087	4.1321
6	0.0150	0.0150	-0.1340	1.1526	-1.2866	2.8456
7	0.0150	0.0150	-0.9486	1.7955	-2.7441	0.1014
8	---	---	-0.2985	1.8428	-2.1413	0.0000
9	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	**4.5408 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.:	**4.5408 kg/m2**
z toho se odpaří do exteriéru:	3.5804 kg/m2
..... a do interiéru:	0.9604 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

		Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
Číslo	**Název**	**pod 60%**	**60-70%**	**70-80%**	**80-90%**	**nad 90%**
1	Rigips RB/RBI/	---	---	31	91	243
2	Isover Vario	---	---	31	30	304
3	Isover Orsik	---	31	---	30	304
4	Isover Orsik	---	31	30	243	61
5	Isocell Omega	243	122	---	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční

křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obytná místnost - strop na střechu

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	4,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-15,0 C
Teplota na vnější straně Te:	20,6 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	5,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	80,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokart	0,015	0,210	10,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Isover Orsik	0,040	0,040	1,0
4	Isover Orsik	0,160	0,040	1,0
5	Isocell Omega Light	0,0006	0,350	33,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Teplota na venkovní straně konstrukce je vyšší nebo rovna teplotě vnitřního vzduchu.
Požadavek na teplotní faktor není pro tyto podmínky definován a jeho splnění se proto neověřuje.
V případě potřeby lze provést ručně srovnání vypočtené povrchové teploty s kritickou povrchovou teplotou podle ČSN 730540-2 (2005).

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N = 0,30 W/m2K
Vypočtená hodnota: U = 0,23 W/m2K

U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,000 kg/m2,rok
(materiál: Isover Vario).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,000 kg/m2,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0000 kg/m2,rok

Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 1,4616 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Koupelna - strop na střechu**

Zpracovatel : Hana Petrášová

Zakázka : Rodinný dům

Datum : 12. 4. 2019

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Strop pod nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem

Korekce součinitele prostupu dU : 0.037 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Rigips RB/RBI/	0,0150	0,2100	960,0	750,0	10,0	0.0000
2	Isover Vario	0,0000	0,3500	1470,0	60,0	100000,0	0.0000
3	Isover Orsik	0,0400	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
4	Isover Orsik	0,1600	0,0400	800,0	30,0	1,0	0.0000
5	Isocell Omega	0,0006	0,3500	1500,0	233,0	33,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

U vrstvy č. 2 je faktor difuzního odporu proměnný v roce.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokartonové desky)	---
2	Isover Vario	---
3	Isover Orsik	---
4	Isover Orsik	---
5	Isocell Omega Light	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.10 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.10 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 24.6 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 5.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 70.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 85.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	5.0	99.0	863.1	24.6	39.3	1214.9
2	28	672	5.0	99.0	863.1	24.6	41.2	1273.6
3	31	744	6.0	99.0	925.3	24.6	42.3	1307.6
4	30	720	9.0	99.0	1136.0	24.6	43.9	1357.1
5	31	744	13.0	99.0	1482.0	24.6	47.3	1462.2
6	30	720	17.0	85.4	1653.9	24.6	50.4	1558.0
7	31	744	20.0	73.6	1720.0	24.6	51.8	1601.3
8	31	744	20.0	72.7	1699.0	24.6	51.2	1582.7
9	30	720	16.0	86.1	1564.7	24.6	47.7	1474.5
10	31	744	10.0	99.0	1215.0	24.6	44.3	1369.4
11	30	720	8.0	99.0	1061.5	24.6	42.3	1307.6
12	31	744	5.0	99.0	863.1	24.6	41.5	1282.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.212 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.227 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 2.9E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 54.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 1.6 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 6.07 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.945**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	8.1	------	4.9	------	6.1	0.945	91.9
2	8.1	------	4.9	------	6.1	0.945	91.9
3	9.1	------	5.9	------	7.0	0.945	92.3
4	12.2	------	8.9	------	9.9	0.945	93.5
5	16.3	------	12.8	------	13.6	0.945	95.0
6	18.0	------	14.5	------	17.4	0.945	83.2
7	18.7	------	15.1	------	20.3	0.945	72.5
8	18.5	------	15.0	------	20.3	0.945	71.6
9	17.2	------	13.7	------	16.5	0.945	83.6
10	13.2	------	9.9	------	10.8	0.945	93.8
11	11.2	------	7.9	------	8.9	0.945	93.1
12	8.1	------	4.9	------	6.1	0.945	91.9

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**e**
theta [C]:	5.4	5.6	5.6	9.4	24.2	24.2
p [Pa]:	741	781	2106	2116	2159	2164
p,sat [Pa]:	895	911	911	1175	3022	3023

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]**
1	0.0150	0.0150	1.133E-0006

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0000 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **4.7776 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 24.6 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten

za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
Měsíc	**levá**	**pravá**	**g,in**	**g,out**	**Mc/Mev**	**Ma**
10	0.0150	0.0150	-0.0101	-0.2498	0.2397	0.2397
11	0.0150	0.0150	-0.0074	-0.4607	0.4532	0.6930
12	0.0150	0.0150	-0.0059	-0.9052	0.8993	1.5922
1	0.0150	0.0150	-0.0049	-0.7156	0.7108	2.3267
2	0.0150	0.0150	-0.0054	-0.7972	0.7918	3.1186
3	0.0150	0.0150	-0.0074	-0.8118	0.8044	3.9229
4	0.0150	0.0150	-0.0097	-0.4002	0.3905	4.3134
5	0.0150	0.0150	-0.0144	0.1758	-0.1902	4.1232
6	0.0150	0.0150	-0.1412	0.9651	-1.1063	3.0169
7	0.0150	0.0150	-0.9775	1.8459	-2.8234	0.1934
8	---	---	-0.3073	1.8911	-2.1984	0.0000
9	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	**4.3134 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.:	**4.3134 kg/m2**
z toho se odpaří do exteriéru:	3.3300 kg/m2
..... a do interiéru:	0.9834 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

		Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
Číslo	**Název**	**pod 60%**	**60-70%**	**70-80%**	**80-90%**	**nad 90%**
1	Rigips RB/RBI/	---	---	31	91	243
2	Isover Vario	---	---	31	30	304
3	Isover Orsik	---	31	---	30	304
4	Isover Orsik	---	31	30	304	---
5	Isocell Omega	365	---	---	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní

vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Koupelna - strop na střechu

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	4,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-15,0 C
Teplota na vnější straně Te:	24,6 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	5,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	80,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Rigips RB/RBI/RF/MA (sádrokart	0,015	0,210	10,0
2	Isover Vario	0,0001	0,350	100000,0
3	Isover Orsik	0,040	0,040	1,0
4	Isover Orsik	0,160	0,040	1,0
5	Isocell Omega Light	0,0006	0,350	33,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Teplota na venkovní straně konstrukce je vyšší nebo rovna teplotě vnitřního vzduchu.
Požadavek na teplotní faktor není pro tyto podmínky definován a jeho splnění se proto neověřuje.
V případě potřeby lze provést ručně srovnání vypočtené povrchové teploty s kritickou povrchovou teplotou podle ČSN 730540-2 (2005).

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N =	0,30 W/m2K
Vypočtená hodnota: U =	0,23 W/m2K

U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,000 kg/m2,rok
(materiál: Isover Vario).
Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,000 kg/m2,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0000 kg/m2,rok

Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 4,7776 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Podlaha - koupelna**

Zpracovatel : Hana Petrášová

Zakázka : Rodinný dům

Datum : 12. 4. 201

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Dlažba keramic	0,0050	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	weber.bat 20 M	0,0600	1,3800	830,0	2030,0	40,0	0.0000
3	Pluvitec Maxit	0,0040	0,2100	1460,0	1230,0	200000,0	0.0000
4	Isover EPS Per	0,1500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
5	Folie PVC	0,0005	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	weber.bat 20 MPa cementový potěr	---
3	Pluvitec Maxitech Bar. Vapore	---
4	Isover EPS Perimetr	---
5	Folie PVC	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 24.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 75.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
2	28	672	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
3	31	744	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
4	30	720	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
5	31	744	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
6	30	720	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
7	31	744	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
8	31	744	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
9	30	720	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
10	31	744	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
11	30	720	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9
12	31	744	24.6	53.7	1660.0	5.0	100.0	871.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.482 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.215 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 4.4E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 51.6

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 5.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 23.56 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.947**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
2	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
3	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
4	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
5	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
6	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
7	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
8	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
9	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
10	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
11	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1
12	18.1	0.668	14.6	0.489	23.6	0.947	57.1

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**e**
theta [C]:	23.9	23.9	23.7	23.6	5.0	5.0
p [Pa]:	2318	2317	2312	905	887	872
p,sat [Pa]:	2961	2958	2925	2911	873	872

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]**
1	0.2190	0.2190	3.361E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0018 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.1792 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
Měsíc	**levá**	**pravá**	**g,in**	**g,out**	**Mc/Mev**	**Ma**
2	0.2190	0.2190	0.0005	0.0000	0.0004	0.0004
3	0.2190	0.2190	0.0005	0.0001	0.0005	0.0009
4	0.2190	0.2190	0.0005	0.0000	0.0005	0.0013
5	0.2190	0.2190	0.0005	0.0001	0.0005	0.0018
6	0.2190	0.2190	0.0005	0.0000	0.0005	0.0023
7	0.2190	0.2190	0.0005	0.0001	0.0005	0.0027
8	0.2190	0.2190	0.0005	0.0001	0.0005	0.0032
9	0.2190	0.2190	0.0005	0.0000	0.0005	0.0036
10	0.2190	0.2190	0.0005	0.0001	0.0005	0.0041
11	0.2190	0.2190	0.0005	0.0000	0.0005	0.0046
12	0.2190	0.2190	0.0005	0.0001	0.0005	0.0050
1	0.2190	0.2190	0.0005	0.0000	0.0005	0.0055

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	**0.0055 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a:	**0.0000 kg/m2**
z toho se odpaří do exteriéru:	0.0000 kg/m2
..... a do interiéru:	0.0000 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. Mc,a > Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

		Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
Číslo	**Název**	**pod 60%**	**60-70%**	**70-80%**	**80-90%**	**nad 90%**
1	Dlažba keramic	365	---	---	---	---
2	weber.bat 20 M	365	---	---	---	---
3	Pluvitec Maxit	365	---	---	---	---
4	Isover EPS Per	---	---	---	---	365
5	Folie PVC	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %,

lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Podlaha - koupelna

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	24,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-15,0 C
Teplota na vnější straně Te:	5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	24,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	70,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,005	1,010	200,0
2	weber.bat 20 MPa cementový pot	0,060	1,380	40,0
3	Pluvitec Maxitech Bar. Vapore	0,004	0,210	200000,0
4	Isover EPS Perimetr	0,150	0,034	70,0
5	Folie PVC	0,0005	0,160	16700,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr =	0,825
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m =	0,947

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N =	0,45 W/m2K
Vypočtená hodnota: U =	0,21 W/m2K

U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,021 kg/m2,rok

(materiál: Folie PVC).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,021 kg/m2,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0018 kg/m2,rok

Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 0,1792 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Teplo 2017 EDU

Název úlohy : **Podlaha - obývací místnost**

Zpracovatel : Hana Petrášová

Zakázka : Rodinný dům

Datum : 12. 4. 2019

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vlysy	0,0080	0,1800	2510,0	600,0	157,0	0.0000
2	weber.bat 20 M	0,0600	1,3800	830,0	2030,0	40,0	0.0000
3	Pluvitec Maxit	0,0040	0,2100	1460,0	1230,0	200000,0	0.0000
4	Isover EPS Per	0,1500	0,0340	1270,0	30,0	70,0	0.0000
5	Parabit GS40	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	45000,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Vlysy	---
2	weber.bat 20 MPa cementový potěr	---
3	Pluvitec Maxitech Bar. Vapore	---
4	Isover EPS Perimetr	---
5	Parabit GS40	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
2	28	672	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
3	31	744	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
4	30	720	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
5	31	744	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
6	30	720	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
7	31	744	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
8	31	744	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
9	30	720	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
10	31	744	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
11	30	720	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9
12	31	744	20.6	67.0	1624.9	5.0	100.0	871.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.538 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.212 W/m2K**

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přirážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulační vlastnosti:

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 5.3E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 60.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 5.7 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.79 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.948**

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	--------- 80% ---------		-------- 100% ---------				
	Tsi,m[C]	**f,Rsi,m**	**Tsi,m[C]**	**f,Rsi,m**	**Tsi[C]**	**f,Rsi**	**RHsi[%]**
1	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
2	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
3	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
4	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
5	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
6	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
7	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
8	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
9	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
10	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
11	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5
12	17.8	0.818	14.3	0.594	19.8	0.948	70.5

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	**i**	**1-2**	**2-3**	**3-4**	**4-5**	**e**
theta [C]:	20.0	19.9	19.7	19.7	5.1	5.0
p [Pa]:	1334	1333	1332	960	956	872
p,sat [Pa]:	2342	2321	2300	2291	876	872

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	**Hranice kondenzační zóny levá [m]**	**pravá**	**Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]**
1	0.2220	0.2247	1.082E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0006 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0099 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
Měsíc	**levá**	**pravá**	**g,in**	**g,out**	**Mc/Mev**	**Ma**
2	0.2220	0.2247	0.0004	0.0000	0.0004	0.0004
3	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0009
4	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0014
5	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0019
6	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0023
7	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0028
8	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0033
9	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0038
10	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0042
11	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0047
12	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0052
1	0.2220	0.2247	0.0005	0.0000	0.0005	0.0057

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	**0.0057 kg/m2**
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a:	**0.0000 kg/m2**
z toho se odpaří do exteriéru:	0.0000 kg/m2
..... a do interiéru:	0.0000 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. Mc,a > Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

		Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
Číslo	**Název**	**pod 60%**	**60-70%**	**70-80%**	**80-90%**	**nad 90%**
1	Vlysy	---	365	---	---	---
2	weber.bat 20 M	---	---	365	---	---
3	Pluvitec Maxit	---	---	365	---	---
4	Isover EPS Per	---	---	---	---	365
5	Parabit GS40	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřípustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %,

lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.

Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Podlaha - obyvací místnost

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota Ti:	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota TiM:	20,0 C
Návrhová venkovní teplota Tae:	-15,0 C
Teplota na vnější straně Te:	5,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai:	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RHi:	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Vlysy	0,008	0,180	157,0
2	weber.bat 20 MPa cementový pot	0,060	1,380	40,0
3	Pluvitec Maxitech Bar. Vapore	0,004	0,210	200000,0
4	Isover EPS Perimetr	0,150	0,034	70,0
5	Parabit GS40	0,004	0,210	45000,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek: f,Rsi,N = f,Rsi,cr =	0,422
Vypočtená průměrná hodnota: f,Rsi,m =	0,948

Kritický teplotní faktor f,Rsi,cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota fRsi,m (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: U,N =	0,45 W/m2K
Vypočtená hodnota: U =	0,212 W/m2K

U < U,N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu Mc,a musí být nižší než 0,1 kg/m2.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,270 kg/m2,rok

(materiál: Isover EPS Perimetr).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m2,rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry Mc,a = 0,0006 kg/m2,rok

Roční množství odpařitelné vodní páry Mev,a = 0,0099 kg/m2,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

Mc,a < Mev,a ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Mc,a < Mc,N ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Teplo 2017 EDU, (c) 2016 Svoboda Software

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.3

Výstup z programu Ztráty 2015

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA BUDOVY

podle EN 12831, ČSN 730540 a STN 730540

Ztráty 2015

Název budovy:	**Obálka budovy**
Zpracovatel:	Hana Petrášová
Zakázka:	Rodinný dům
Datum:	17.04.2019
Varianta:	A

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te:	-15.0 C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu Te,m:	8.2 C
Činitel ročního kolísání venkovní teploty fg1:	1.45
Průměrná vnitřní teplota v budově Ti,m:	20.0 C
Půdorysná plocha podlahy budovy A:	100.4 m2
Exponovaný obvod budovy P:	40.5 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V:	596.6 m3
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu:	0.0 %
Typ budovy:	bytová

PŘEHLED ZADANÝCH ÚDAJŮ A TEPELNÉ ZTRÁTY MÍSTNOSTI

Číslo podlaží :	1	Název podlaží :	Rodinný dům
Číslo místnosti :	101	Název místnosti :	Rodinný dům
Půd. plocha A :	100.4 m2	Objem vzduchu V :	477.3 m3
Exp. obvod P :	40.5 m	Počet na podlaží :	1
Teplota Ti :	20.0 C	Typ vytápění :	převažující přirozená konvekce
Vytápění :	nepřerušované	Trvalý tepelný zisk Fi,z :	0 W
Typ větrání :	přirozené	Min. hyg. výměna :	0.5 1/h
Výměna n50 :	4.5 1/h	Činitele e + epsilon :	0.05 + 1.00

Název konstrukce	Plocha	U	Korekce	DeltaU	Ueq	H,T
Obvodová stěna	196.9	0.21	e = 1.00	0.05	-------	51.18 W/K
Okna a dveře	22.8	0.86	e = 1.00	0.05	-------	20.77 W/K
Střecha	51.7	0.23	e = 1.00	0.05	-------	14.48 W/K
Střešní okna	3.2	1.30	e = 1.00	0.05	-------	4.28 W/K
Strop do půdy	55.4	0.23	e = 1.00	0.05	-------	15.51 W/K

Podlaha	100.4	0.21	Gw= 1.00	-------	0.16	7.93 W/K

Vysvětlivky: Plocha je plocha konstrukce v m2, U je součinitel prostupu tepla ve W/(m2K), Korekce je buď činitel teplotní redukce, nebo součinitel vlivu spodní vody, nebo obecná korekce součinitele prostupu tepla (bezrozměrná), DeltaU je přirážka na vliv tepelných vazeb ve W/(m2K), Ueq je součinitel prostupu tepla s vlivem zeminy ve W/(m2K), H,T je měrný tok prostupem tepla ve W/K, Délka je délka tepelné vazby v m a Psi je lineární činitel prostupu tepla tepelné vazby ve W/(mK).

Zvýšení výkonu kvůli přerušení vytápění Fi,RH : 0 W

Násobnost výměny vzduchu n : 0.50 1/h

Ztráta prostupem Fi,T : 3995 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem

Ztráta větráním Fi,V : 2840 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním

Ztráta celková Fi,HL : 6835 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty budovy

TEPELNÉ ZTRÁTY PODLAŽÍ č. 1

Ztráta prostupem Fi,T : 3995 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty prostupem

Ztráta větráním Fi,V : 2840 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty větráním

Ztráta celková Fi,HL : 6835 W, tj. 100.0 % z celkové ztráty budovy

PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH HODNOCENÝCH MÍSTNOSTÍ

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota Te: -15.0 C

Označ. místnosti a název		**Tep-lota Ti [C]**	**Podlah. plocha Af [m2]**	**Objem vzduchu V [m3]**	**Celk. ztráta FiHL[W]**	**% z celk. FiHL**	**Podíl FiHL/(Ti-Te) [W/K]**
101	Rodinný dům	20.0	100.4	477.3	6835	100.0%	195.29
Součet:			100.4	477.3	6835	100.0%	195.29

CELKOVÉ TEPELNÉ ZTRÁTY BUDOVY

Součet tep.ztrát (tep.výkon) Fi,HL 6.835 kW 100.0 %

Součet tep. ztrát prostupem Fi,T **3.995 kW** 58.5 %

Součet tep. ztrát větráním Fi,V **2.840 kW** 41.5 %

Tep. ztráta prostupem:			**Plocha:**	**Fi,T/m2:**
Obvodová stěna	1.447 kW	21.2 %	196.9 m2	7.3 W/m2
Okna a dveře	0.687 kW	10.0 %	22.8 m2	30.1 W/m2
Střecha	0.416 kW	6.1 %	51.7 m2	8.0 W/m2
Střešní okna	0.144 kW	2.1 %	3.2 m2	45.5 W/m2
Strop do půdy	0.446 kW	6.5 %	55.4 m2	8.1 W/m2
Podlaha	0.278 kW	4.1 %	100.4 m2	2.8 W/m2
Tepelné vazby	0.577 kW	8.4 %	---	---

PRŮMĚRNÝ SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA BUDOVY

Ustálený měrný tep. tok prostupem H,T (bez 15% zvýšení pro okna):	122.4 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy A:	430.3 m2
Výchozí hodnota průměrného součinitele prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20:	0.38 W/m2K
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em	**0.28 W/m2K**

STOP, Ztráty 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.4

Energetický štítek obálky budovy

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Identifikační údaje

Druh stavby	Rodinný dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Horní Bludovice
Katastrální území a katastrální číslo	Prosřední bludovice, č.kat.
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Marcela Petrášová
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Marcela Petrášová
Adresa	Odry - Dobešov 26, 742 35
Telefon / E-mail	737 352 549 /

Charakteristika budovy

Objem budovy ***V*** - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	596,6 m^3
Celková plocha ***A*** - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	430,4 m^2
Objemový faktor tvaru budovy ***A*** / ***V***	0,72 m^2/m^3
Typ budovy	nová obytná
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_m	20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e	-15 °C

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i [m^2]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i ($\Sigma\Psi_k.l_k + \Sigma\chi_j$) [W/($m^2$·K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla U_N (U_{rec}) [W/(m^2·K)]	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{Ti} = A_i . U_i . b_i$ [W/K]
Obvodová stěna	196,9	0,21	0,30 (0,25)	1,00	41,3
Okna a dveře	22,8	0,86	1,50 (1,20)	1,00	19,6
Střecha	51,7	0,23	0,24 (0,16)	1,00	11,9
Střešní okna	3,2	1,30	1,40 (1,10)	1,00	4,2
Strop do půdy	55,4	0,23	0,30 (0,20)	1,00	12,7
Podlaha	100,4	0,21	0,45 (0,3)	0,77	16,2
Tepelné vazby	0,0	0,00	( )		16,5
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		
			( )		

(pokračování)

(pokračování)

				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
				( )			
Celkem	**430,4**					**122,4**	

Konstrukce splňují požadavky na součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-2.

Stanovení prostupu tepla obálky budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	122,4
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	**W/(m²·K)**	**0,28**
Požadavek ČSN 730540-2 byl stanoven:	na základě hodnoty Uem,N,20 a působících teplot	
Výchozí požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 pro rozmezí θ_m od 18 do 22 °C $U_{em,N,20}$	W/(m²·K)	0,38
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$	W/(m²·K)	0,28
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	**W/(m²·K)**	**0,38**

Požadavek na stavebně energetickou vlastnost budovy je splněn.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálky hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Veličina	Jednotka	Hodnota
A – B	$0,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m²·K)	**0,19**
B – C	$0,75 \cdot U_{em,N}$	W/(m²·K)	**0,28**
C – D	$U_{em,N}$	W/(m²·K)	**0,38**
D – E	$1,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m²·K)	**0,57**
E – F	$2,0 \cdot U_{em,N}$	W/(m²·K)	**0,76**
F – G	$2,5 \cdot U_{em,N}$	W/(m²·K)	**0,95**

Klasifikace: B - úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 26.4.2019

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Hana Petrášová

IČ:

Zpracoval: Hana Petrášová

Aktualizovat štítek

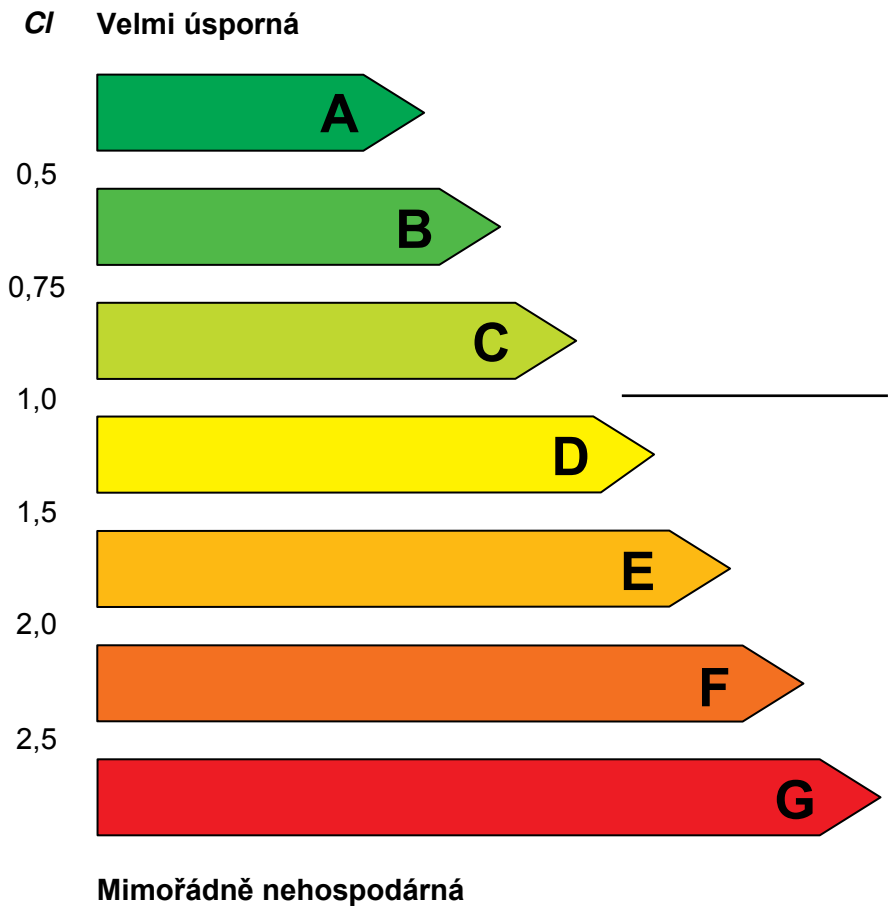
Před tiskem se toto tlačítko vždy skryje. Obnovit jej lze vstupem na políčko či opuštěním políčka „Zpracoval“ výše.

Podpis: ……

Tento protokol a stavebně energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Rodiný dům Horní Bludovice	Hodnocení obálky budovy	
Celková podlahová plocha A_c = 100,3 m²	**stávající**	**doporučení**



KLASIFIKACE

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve W/(m²·K) $U_{em} = H_T / A$	**0,28**	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ ve W/(m²·K)	**0,38**	0,38

Klasifikační ukazatele *CI* a jim odpovídající hodnoty U_{em}

CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,19	0,28	0,38	0,57	0,76	0,95

Platnost štítku do:	Datum vystavení štítku: 26.4.2019
Štítek vypracoval(a):	Hana Petrášová (Kvalifikace)

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.5

Výpočet potřeby vody

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Výpočet potřeba vody:

Použité vzorce:

Výpočet specifické spotřeby na obyvatele dle vzorce:

$$SPV = \frac{SRP}{365} \tag{5.01}$$

kde:

SPV – specifická spotřeba vody [m^3/den]

SRP – spotřeba vody na jednoho obyvatele bytu [m^3/rok]

Průměrná potřeba vody dle vzorce dle vzorce:

$$Q_p = SPV \cdot ZO \tag{5.02}$$

kde:

SPV – specifická spotřeba vody [m^3/den]

ZO – počet zásobovaných obyvatel [obyv]

Q_p – průměrná potřeba vody [m^3/den]

Maximální denní potřeba vody:

$$Q_d = Q_p \cdot k_d \tag{5.03}$$

kde:

Q_p – průměrná spotřeba vody [m^3/den]

Q_d – maximální denní potřeba vody [m^3/den]

k_d – koeficient denní nerovnoměrnosti [-]

Maximální hodinová potřeba vody dle vzorce:

$$Q_h = Q_d \cdot k_h \tag{5.04}$$

kde:

Q_d – maximální denní potřeba vody [m^3/den]

Q_h – maximální hodinová potřeba vody [m^3/den]

k_h – koeficient denní nerovnoměrnosti [-]

Roční potřeba vody je vypočtena dle vzorce:

$$Q_r = SRP \cdot ZO \tag{5.05}$$

kde:

Q_r – roční potřeba vody [m^3/rok]

SRP – spotřeba vody na jednoho obyvatele bytu [m^3/rok]

ZO – počet zásobovaných obyvatel [obyv]

Bilance srážkové vody:

$$Q_{r,s} = i \cdot A \cdot C \tag{5.06}$$

kde:

$Q_{r,s}$ – odtok srážkových vod [l/(s · m^2)] [5]

A – Půdorysná plocha střechy [m^2]

C – Součinitel odtoku srážkových vod [5]

Výpočet [2]:

Objekt je navržena pro 4 osoby, s touto hodnotou se také počítá ve výpočtech.

Směrná čísla roční spotřeby vody:

Spotřeba vody na jednoho obyvatele bytu s tekoucí teplou vodou (Teplá voda na kohoutku) za rok: SRP = 35 m^3/rok

Specifická potřeba vody dle vzorce (5.01):

$$SPV = \frac{35}{365} = 0{,}09\ m^3/den$$

Průměrná potřeba vody dle vzorce (5.02):

$$Q_p = 0{,}09 \cdot 4 = 0{,}36\ m^3/den$$

Maximální denní potřeba vody dle vzorce (5.03):

Koeficient denní nerovnoměrnosti k_d je určen dle směrnice č.9/1973 [4] od 1000 do 5000 obyvatel. Množství obyvatel v Horních Bludovicích bylo zjištěno ze stránek obce [3].

$$Q_d = 0{,}36 \cdot 1{,}4 = 0{,}504\ m^3/den$$

Maximální hodinová potřeba vody dle vzorce (5.04):

Koeficient hodinové nerovnoměrnosti k_h je určen na hodnotou 1,8 [1].

$$Q_h = 504 \cdot \frac{1}{24} \cdot 1{,}8 = 37{,}8\ l/hod$$

Roční potřeba vody dle vzorce (5.05):

$$Q_r = 35 \cdot 4 = 140\ m^3/rok$$

Bilance srážkové vody (5.06):

$$Q_{r,s} = 0{,}02\ \cdot 142{,}43 \cdot 1 = 2{,}848\ l/s$$

Zdroje:

[1] Vyhláška č. 120/2011 Sb.: o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

[2] KUČERA, Ing. Tomáš a Ing. Dušan KADULA. Stanovení potřeby vody v případě malých spotřebišť [online]. In: . [cit. 2019-04-19]. DOI: https://voda.tzb-info.cz/vlastnosti-a-zdroje-vody/8156-stanoveni-potreby-vody-v-pripade-malych-spotrebist.

[3] Horní Bludovice [online]. [cit. 2019-04-20]. Dostupné z: https://www.mistopisy.cz/pruvodce/obec/7851/horni-bludovice/pocet-obyvatel/

[4] Směrnice 9/1973 Ú.v.: Směrnice ze dne 20.7.1973 pro výpočet potřeby vody při navrhování vodovodních a kanalizačních zařízení a posuzování vydatnosti vodních zdrojů. In: . Praha: ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR a ministerstva zdravotnictví ČSR - hlavního hygienika ČSR, 1973. Dostupné také z: https://www.epravo.cz/vyhledavani-aspi/?Id=32306&Section=1&IdPara=1&ParaC=2

[5] Vyhláška č. 428/2001 Sb. In: . Praha: Ministerstva zemědělství, 2001, číslo 428. Dostupné také z: https://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-428-2001-sb-kterou-se-provadi-zakon-c-274-2001-sb#pr16

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.6

Výpis zařizovacích předmětů

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Výpis zařizovacích předmětů:

Zařizovací předměty budou také vypsány a zakresleny v jednotlivých souvisejících výkresech vodovodu.

1.NP:

Označení ve výkresu	Název	Popis	Armatura
M	Myčka	Myčka Govenje GV 64161 spotřeba vody 9,5l A +++ ŠxVxH - 640 x 890 x665 mm	Ochranná jednotka BA Zábrana proti zpětnému průtoku s kontrolovatelným redukovaným tlakovým pásmem
SP	Sporák	Sporák elektrický Amica 510CE1.30P Sklobetonový sporák + trouba VxŠxH - 850 x 500 x 600 mm	-
D	Dřez	Dřez Blanco Sona 45 S Rozměry - 780 x 500 mm	Míchací, stojatá, páková baterie Grohe Get dřezová baterie se sprškou pro přepínání
U1	Umyvadlo	Umyvadlo Duratit set + skříň Rozměry - 800x480 mm umyvadlo	Míchací, stojatá, páková baterie Výrobce - Hpbge
Z	Zásobník	Boiler Regulus R2BC Objem 420l Rozměry: Ř 710 mm, h = 1690 mm Závěsný se dvěmi výměníky	-
U2	Umyvadlo	Umyvadlo kolo trafic, pravoúhlé Rozměry - 600 x 480 mm	Míchací, stojatá, páková baterie Výrobce - Hpbge
P	Pračka	Pračka Samsung VxŠxH - 850 x600x550 mm Energ. třída - A+++ Kapacita 8 kg,Roční spořeba - 8100 l	Ochranná jednotka BA Zábrana proti zpětnému průtoku s kontrolovatelným redukovaným tlakovým pásmem
S	Sprchový kout	Sprchový kout Blix BLDP2 + BLPS Vnitřní rozměr - 970 x 970 mm Vnější rozměr - 1000 x 1000 mm	Sprchová baterie stěnová SKOWLL s napojením na sprchovou hlavici SKOWLL
WC	Záchod kombi	WC kombi kolo style, rimfree, reflex Výška - 410 mm Výška se sedátkem - 425 mm	Splachovací nádržka kombi záchodu Rohový ventil, FV AQUA PPR

2.NP:

Označení ve výkresu	Název	Popis	Armatura
U1	Umyvadlo	Umyvadlo Duratit set + skříň Rozměry - 800x480 mm umyvadlo	Míchací, stojatá, páková baterie Výrobce - Hpbge
WC	Záchod kombi	WC kombi kolo style, rimfree, reflex Výška - 410 mm Výška se sedátkem - 425 mm	Splachovací nádržka kombi záchodu Rohový ventil, FV AQUA PPR
V	Vana	Vana NewDay Ravak Rozměry - 1500 x 1500 mm Objem - 295 l	Vanová baterie, páková, stojací Výrobce - StockEuro

Střecha:

Označení ve výkresu	Název	Popis	Armatura
K	Sluneční kolektor	Sluneční kolektor Regulus KPG1 ŠxVxH - 2150 x 1170 x 83 mm Sklon kolekteru na střeše 35° Teplovodná kapalina - vodní roztok propylenglykolu (1,7 l) Materiál absorbéru - hliník tl.0,5 mm Materiál připojovacích trubek - měď	Míchací, stojatá, páková baterie Výrobce - Hpbge Splachovací nádržka kombi záchodu Rohový ventil, FV AQUA PPR Vanová baterie, páková, stojací Výrobce - StockEuro

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.7

Výpočet vnitřního vodovodu

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Výpočet vnitřního vodovodu:

Rovnice:

Výpočtový průtok, studené a teplé vody v přívodním potrubí, se pro rodinné domy stanoví dle vzorce:

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^{m}(Q_{Ai}^2 \cdot n_i)} \qquad (7.01)$$

kde:

Q_A – jmenovitý výtok jednotlivými druhy odběrných míst [l/s] dle tabulky [1]

Q_D – výpočtový průtok [l/s]

n – počet odběrných míst stejného druhu dle tabulky z [1]

m – počet druhů odběrných míst

Tlaková ztráta způsobena výškovým rozdílem, se stanoví ze vztahu:

$$\Delta p_e = \frac{h \cdot \rho \cdot g}{1000} \qquad (7.02)$$

kde:

Δp_e – tlaková ztráta způsobena výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [kPa]

h – svislá vzdálenost (výškový rozdíl) mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [m]

ρ – hustota vody [kg/m^3]

g – tíhové zrychlení [m/s^2]

Tlakové ztráty vlivem tření o stěny trubek a místních odporů v potrubí, se stanoví dle vztahu:

$$\Delta p_{RF} = \sum_{j=1}^{n}(l_j \cdot R_j + \Delta p_{Fj}) \qquad (7.03)$$

kde:

Δp_{RF} – tlaková ztráta vlivem tření a místních odporů v posuzovaném potrubí [kPa]

l – délka posuzovaného potrubí [m]

R – délková tlaková ztráta třením v posuzovaném úseku potrubí [kPa/m]

n – počet posuzovaných úseků potrubí

Δp_f – tlaková ztráta vlivem místních odporů [kPa]

Hydraulické posouzení, ve kterém se prokáže, že je dispoziční přetlak dostatečný k zásobování vodou i nejvýše umístěného nebo vzdálenějšího odběrného místa musí platit vztah:

$$p_{dis} \geq p_{minFL} + \Delta p_e + \sum \Delta p_{WM} + \sum \Delta p_{Ap} + \Delta p_{RF} \qquad (7.04)$$

kde:

p_{dis} – dispoziční přetlak na začátku posuzovaného potrubí [kPa]

p_{minFL} – minimální požadovaný přetlak podle tabulky 1 [1] [kPa]

Δp_e – tlaková ztráta způsobena výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi začátku a konce posuzovaného potrubí [kPa]

$\sum \Delta p_{wM}$ – součet tlakových ztrát vodoměru osazovaném v posuzovaném potrubí [kPa]

$\sum \Delta p_{Ap}$ – součet tlakových ztrát napojených zařízení [kPa]

Δp_{RF} – tlaková ztráta vlivem tření a místních odporů v posuzovaném potrubí [kPa]

Výpočet:

Výpočtový průtok je stanoven dle vzorce (7.01) a společně s vnějším průměrem potrubí a výpočtem tlakových ztrát v potrubí je uveden v tabulce č.1 a 2 pro teplou a studenou vodu. Rychlost proudění vody v potrubí, průměr potrubí a délková tlaková ztráta třením jsou stanoveny dle normy ČSN 75 5455-2, dle tabulky E.13 a E.14, pro vnitřní rozvody jako potrubí z PVC – C. Vodovodní přípojka je navržena na potrubí HDPE 100 SDR 11 dle tabulky, v normě, E.15. Tlakové ztráty v potrubí vlivem místních odporů jsou stanoveny dle tabulky č.10 v normě. Součinitelé místních odporů byli stanoveny dle tabulky č.8 v normě. Tlakové ztráty vlivem tření se vypočtou dle vzorce (7.03). Potrubí není opatřeno cirkulací teplé vody, vodní objem v trase od ohřívače vody je menší než 2 l, při napojení výtokových armatur u umyvadel a dřezů, a 3 l, při napojení výtokových armatur u van, sprch.

Tabulka č.1 - Výpočet tlakových ztrát v přívodním potrubí studené vody a vodovodní přípojce

Úsek potrubím		Jmenovitý výtok						Q_d [l/s]	d_a x s [mm]	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l · R [kPa]	∑ζ	ΔP_F [kPa]	l · R + ΔP_F [kPa]
od	do	0,1		0,2		0,3										
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem									
S1	S2	0	0	0	0	1	1	0,300	20 x 2,8	1,600	2,480	2,370	5,878	4,0	6,480	12,358
S2	S3	1	1	1	1	0	1	0,374	25 x 3,5	1,300	3,140	1,160	3,641	3,0	3,362	7,004
S3	S4	0	1	2	3	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	1,491	2,233	3,329	2,3	3,810	7,139
S4	S5	1	2	0	3	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	0,811	2,233	1,811	2,0	3,314	5,125
S5	S6	0	2	1	4	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	0,370	2,233	0,826	2,0	3,314	4,140
S6	S7	1	3	3	7	0	1	0,632	32 x 4,5	1,164	1,730	0,724	1,253	2,5	1,697	2,950
S7	S8	0	3	0	7	0	1	0,632	(20)	1,164	0,600	0,724	0,434	1,0	0,679	1,113
S8	S9	0	3	0	7	0	1	0,632	32 x 4,5	1,164	14,400	0,724	10,426	1,5	1,018	11,444
															Δp_{RF}=∑l · R + ΔP_F	51,271

Tabulka č.2 – Výpočet tlakových ztrát v přívodním potrubí teplé vody, přívodu studené vody k ohřívači a vodovodní přípojce

Úsek potrubím		Jmenovitý výtok						Q_d [l/s]	d_a x s [mm]	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l · R [kPa]	∑ζ	ΔP_F [kPa]	l · R + ΔP_F [kPa]
od	do	0,1		0,2		0,3										
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem									
T1	T2	0	0	0	0	1	1	0,300	20 x 2,8	1,600	2,480	1,980	4,910	3,0	3,840	8,750
T2	T3	0	0	1	1	1	1	0,361	20 x 2,8	1,910	3,140	2,822	8,860	1,5	2,730	11,590
T3	T4	0	0	4	5	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	1,300	1,884	2,449	5,5	9,110	11,559
T4	S3	0	0	0	5	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	0,870	2,233	1,942	5,0	8,284	10,226
S3	S4	0	0	0	5	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	1,491	2,233	3,329	2,3	3,810	7,139
S4	S5	0	0	0	5	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	0,811	2,233	1,811	2,0	3,314	5,125
S5	S6	0	0	0	5	0	1	0,539	25 x 3,5	1,820	0,370	2,233	0,826	2,0	3,314	4,140
S6	S7	0	0	0	5	0	1	0,539	32 x 4,5	0,978	1,730	0,544	0,941	2,5	1,198	2,139
S7	S8	0	0	0	5	0	1	0,539	(20)	0,978	0,600	0,544	0,326	1,0	0,479	0,806
S8	S9	0	0	0	5	0	1	0,539	32 x 4,5	0,978	14,400	0,544	7,834	1,5	0,719	8,552
															Δp_{RF}=∑l · R + ΔP_F	70,027

Návrh vodoměru:

Průtok vodoměru je vypočten dle vztahu (7.01):

$$Q_D = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} (0{,}1^2 \cdot 3 + 0{,}2^2 \cdot 7 + 0{,}3^2 \cdot 1)} = 0{,}632\ l/s$$

Převod průtoku na m^3/h z l/s:

$$Q_D = 0{,}632 \cdot \frac{3600}{1000} = 2{,}275\ m^3/h$$

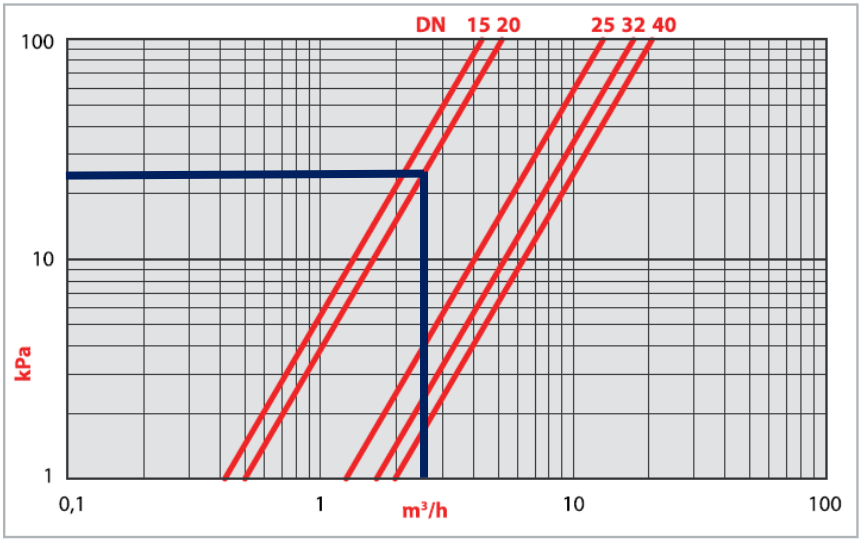
Výpočtový průtok je navýšen, dle požadavků ČSN 75 5455, o 15 %.

$$Q_D = 2{,}275 \cdot 1{,}15 = 2{,}616\ m^3/h$$

Na tento průtok je navržen domovní kroužkový objemový vodoměr ALTAIR V3 s jmenovitou světlostí DN 20. Trvalý průtok tohoto vodoměru jsou 4 m^3/h. Připojovací závit vodoměru je určen jako G 1“. Minimální průtok je určen na 0,025 m^3/h, přechodový průtok 0,040 m^3/h a přetěžující průtok 5 m^3/h. Stavební délka vodoměru je 110 mm.

Tlaková ztráta vodoměru je udána podle tabulky výrobce. Při odvození jsme dosáhly hodnoty tlakové ztráty na $\sum \Delta p_{WM} = 11{,}4\ kPa$.

Obrázek č.1 – Tlaková ztráta vodoměru



Hydraulické posouzení navrženého potrubí:

Tlaková ztráta způsobena výškovým rozdílem mezi geodetickými úrovněmi napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád a nejvyšší výtokovou armaturou se stanový dle vztahu (7.02):

$$\Delta p_e = \frac{4{,}5 \cdot 999{,}7 \cdot 9{,}81}{1000} = 44{,}13\ kPa$$

V potrubí vnitřního vodoměru nejsou osazena žádná zařízení proto $\sum \Delta p_{Ap} = 0$

Dispoziční přetlak v místě napojení vodovodní přípojky na vodovodní řád je dle sdělení provozovatele vodovodu pro veřejnou potřebu nejméně $p_{dis} = 450\ kPa$

Hydraulické posouzení dle vztahu (7.04):

$$450 \geq 100{,}00 + 44{,}13 + 11{,}40 + 0 + 70{,}03$$

$$450\ kPa \geq 225{,}56\ kPa$$

Nerovnost je splněna, navržené průměry vyhovují.

Tabulky jednotlivých úseků potrubí:

Tabulka č.3 - Výpočet tlakových ztrát v ostatních úsecích potrubí studené vody

Úsek potrubím		Jmenovitý výtok						Q_d [l/s]	d_a x s [mm]	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l · R [kPa]	∑ζ	ΔP_F [kPa]	l · R + ΔP_F [kPa]
od	do	0,1		0,2		0,3										
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem									
S10	S2	1	1	0	0	0	0	0,100	20 x 2,8	0,500	1,400	0,340	0,476	3,5	0,438	0,914
S11	S2	0	0	1	1	0	0	0,130	20 x 2,8	0,700	0,865	0,540	0,467	2,5	0,613	1,080
S12	S14	0	0	1	1	0	0	0,200	20 x 2,8	1,100	0,655	1,150	0,753	1,0	0,605	1,358
S13	S14	0	0	1	1	0	0	0,200	20 x 2,8	1,100	0,550	1,150	0,633	1,0	0,605	1,238
S14	S3	0	0	2	2	0	0	0,283	20 x 2,8	1,515	0,995	2,163	2,152	1,0	1,144	3,296
S15	S16	0	0	1	1	0	0	0,200	20 x 2,8	1,100	1,815	1,150	2,087	4,0	2,420	4,507
S17	S16	1	1	0	0	0	0	0,100	20 x 2,8	0,500	0,695	0,340	0,236	1,5	0,188	0,424
S16	S18	0	1	0	1	0	0	0,224	20 x 2,8	1,220	1,350	1,443	1,948	0,0	0,000	1,948
S19	S18	0	0	1	1	0	0	0,200	20 x 2,8	1,100	0,565	1,150	0,650	1,5	0,908	1,557
S18	S20	0	1	0	2	0	0	0,300	20 x 2,8	1,600	1,700	2,370	4,029	0,0	0,000	4,029
S21	S20	0	0	1	1	0	0	0,200	20 x 2,8	1,100	2,480	1,150	2,852	1,5	0,908	3,760
S20	S6	0	1	0	3	0	0	0,361	20 x 2,8	1,905	0,500	3,346	1,673	0,0	0,000	1,673
S22	S5	0	0	1	1	0	0	0,130	20 x 2,8	0,700	0,600	0,540	0,324	1,0	0,245	0,569
S23	S4	1	1	0	0	0	0	0,100	20 x 2,8	0,500	0,590	0,340	0,201	1,0	0,125	0,326

Tabulka č.4 – Výpočet tlakových ztrát v ostatních úsecích teplé vody

Úsek potrubím		Jmenovitý výtok						Q_d [l/s]	d_a x s [mm]	v [m/s]	l [m]	R [kPa/m]	l · R [kPa]	∑ζ	ΔP_F [kPa]	l · R + ΔP_F [kPa]
od	do	0,1		0,2		0,3										
		Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem	Přibývá	Celkem									
T5	T2	0	0	1	1	0	0	0,130	20 x 2,8	0,700	0,630	0,440	0,277	1,5	0,368	0,645
T6	T3	0	0	1	1	0	0	0,130	20 x 2,8	0,700	1,715	0,440	0,755	1,5	0,368	1,122
T7	T11	0	0	1	1	0	0	0,130	20 x 2,8	0,700	0,550	0,440	0,242	1,5	0,368	0,610
T8	T10	0	0	1	1	0	0	0,200	20 x 2,8	1,100	2,400	0,950	2,280	1,5	0,908	3,188
T9	T10	0	0	1	1	0	0	0,200	20 x 2,8	1,100	1,970	0,950	1,872	1,5	0,908	2,780
T10	T11	0	0	2	2	0	0	0,283	20 x 2,8	1,515	0,925	1,085	1,004	1,5	1,720	2,724
T11	T3	0	0	0	3	0	0	0,346	20 x 2,8	1,830	1,990	2,615	5,203	1,5	2,513	7,716

Zdroje:

[1] ČSN 75 5455: Výpočet vnitřního vodovodu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.8

Izolace potrubí

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Tepelná izolace potrubí:

Tepelná izolace pro potrubí teplé vody – izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T.

Obrázek č.1 – Izolace potrubí 20 x3,8 mm [5]

Izolace - podrobné technické informace

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka s_{iz} = 30 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.035 W / m K

Trubka

-- Vlastní hodnoty --

Rozměry trubky

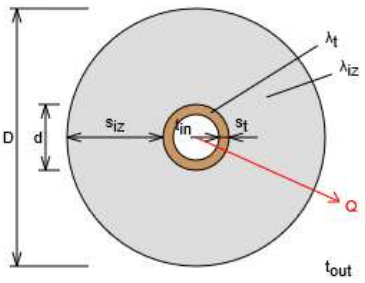
Průměr d = 20 mm

Tloušťka stěny s_t = 2,8 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t= 0,14 W / m K

Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C



$D = d + 2\ s_{iz} = 80$ mm

Potrubí

Teplota média	t_{in} =	60	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	15	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	8.7	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m^2 K
Délka potrubí	l =	1	m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 10 - DN 15 => $U_{o,193/2007}$ = 0.15 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_o = 0.143 ≤ 0.15 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 17.6 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 22.9 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 6.4 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	72 %
Střední spotřeba izolace	0.1571 m^2 - platí pro plošnou izolaci

Obrázek č.2 – Izolace potrubí 25 x 3,5 mm [5]

Izolace - podrobné technické informace

PAROC > Section aluCoat T

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka s_{iz} = 30 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.035 W / m K

Trubka

-- Vlastní hodnoty --

Rozměry trubky

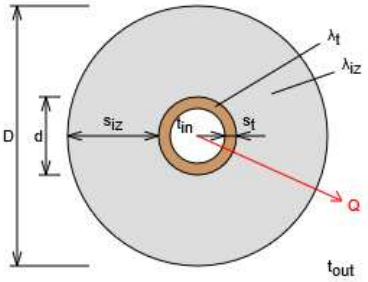
Průměr d = 25 mm

Tloušťka stěny s_t = 3,5 mm

Souč. tepelné vodivosti λ_t= 0,14 W / m K

Izolační pouzdra PAROC Section AluCoat T jsou vhodná na většinu standardních průměrů potrubí i ventilačních průduchů kruhových průřezů. Pro snazší montáž na potrubí jsou izolační pouzdra podélně rozříznuta. Při dobrém utěsnění spojů tvoří povrchová úprava parotěsnou zábranu

Rozsah provozních teplot: do 250 °C



D = d + 2 s_{iz} = 85 mm

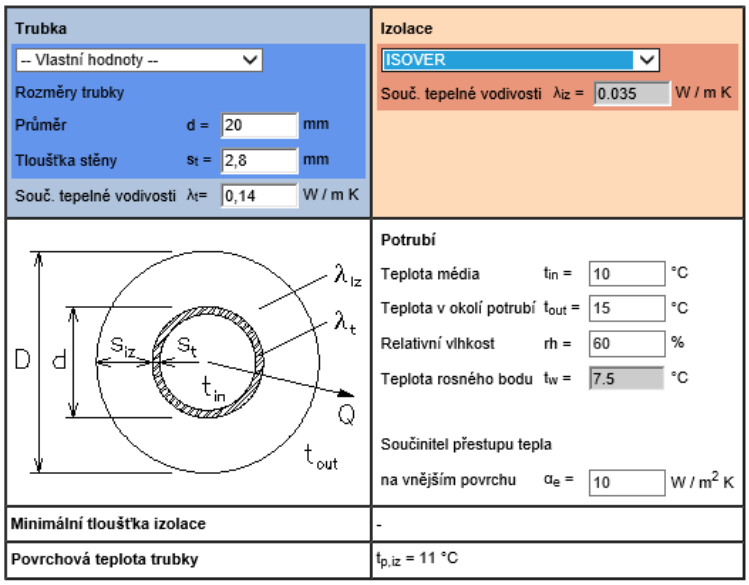
Potrubí

Teplota média	t_{in} =	60	°C
Teplota v okolí potrubí	t_{out} =	15	°C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	65	% ???
Teplota rosného bodu	t_w =	8.7	°C
Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu	α_e =	10	W / m^2 K
Délka potrubí	l =	1	m

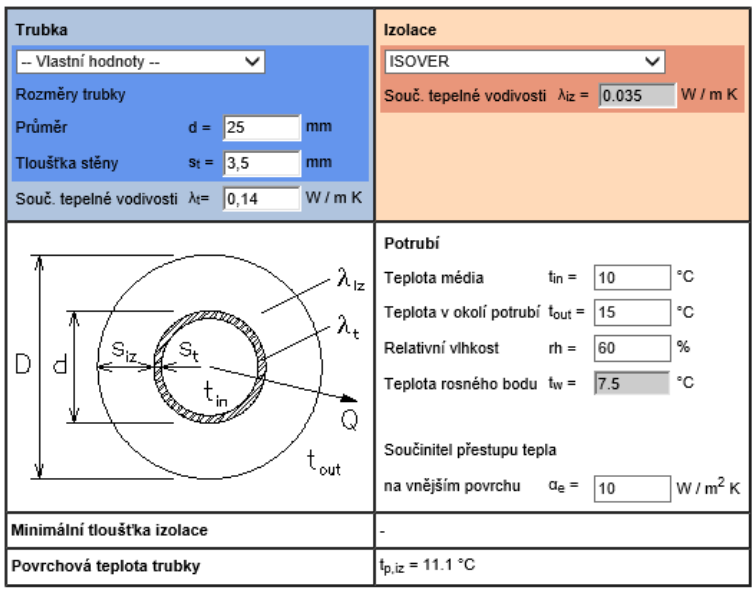
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007}$ = 0.18 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_o = 0.16 ≤ 0.18 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 17.7 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 27.3 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 7.2 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	74 %
Střední spotřeba izolace	0.1728 m^2 - platí pro plošnou izolaci

Minimální tloušťka izolace zahrnující kondenzaci vodní páry pro studenou vodu je uvedena na obrázcích 3–5.

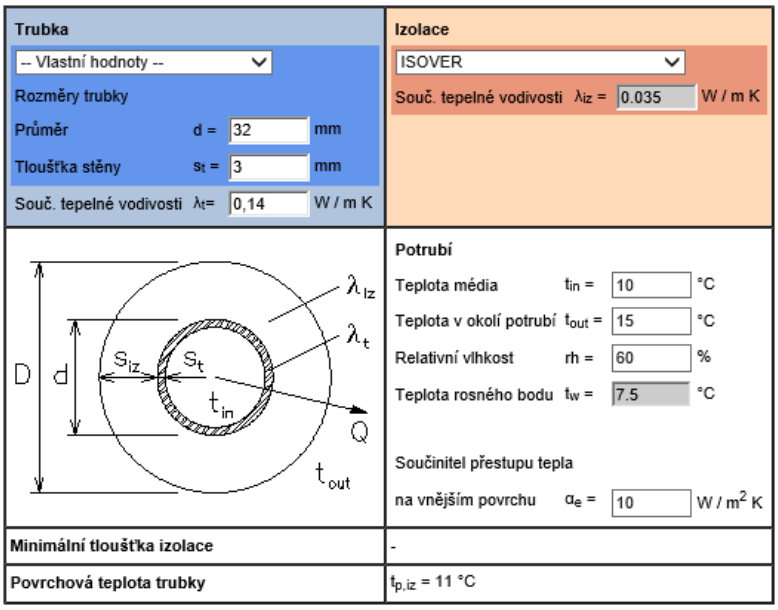
Obrázek č.3 – Minimální tloušťka izolace zahrnující kondenzaci vodní páry studené vody u potrubí 20 x 2,8 mm [4]



Obrázek č.4 – Minimální tloušťka izolace zahrnující kondenzaci vodní páry studené vody u potrubí 25 x 3,5 mm [4]



Obrázek č.5 – Minimální tloušťka izolace zahrnující kondenzaci vodní páry studené vody u potrubí 32 x 3,0 mm [4]



Dle normy ČSN 75 5409 [3], [1] a [2], druh umístění potrubí nezakrytého ležatého a stoupacího potrubí vedeného pod stropem nebo podél stěny místnosti, ve které se při vytápění nepředpokládá teplota větší než 25 °C, je nejmenší tloušťka tepelné izolace 9 mm. Proto je na potrubí studené vody navržena izolace Mirelon Pro v tloušťce 9 mm pro každé potrubí.

Zdroje:

[1] ING. VRÁNA, Jakub, Ph.D. ČSN 75 5409: Vnitřní vodovody [online]. 2013 [cit. 2019-04-21]. Dostupné z: https://voda.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-voda-kanalizace/10177-csn-75-5409-vnitrni-vodovody

[2] Vyhláška č. 193/2007 Sb.: kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007.

[3] ČSN 75 5409: Vnitřní vodovody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

[4] Minimální tloušťka izolace potrubí zabraňující kondenzaci vodních par [online]. In: . [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://voda.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/57-minimalni-tloustka-izolace-potrubi-zabranujici-kondenzaci-vodnich-par.

[5] Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu [online]. In: . TZB-info [cit. 2019-04-24]. Dostupné z: https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.9

Návrh solárního systému

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Návrh solární soustavy:

Rovnice:

1. Stanovení potřeby teplé vody pro přípravu teplé vody:

Celková potřeba tepla na přípravu teplé vody $Q_{p,TV}$ se vypočte dle vztahu:

$$Q_{p,TV} = (1 + z) \cdot \frac{n \cdot V_{TV,den} \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{TV} - t_{SV})}{3{,}6 \cdot 10^6} \qquad (9.01)$$

kde:

$Q_{p,TV}$ – Celková potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

n – počet dní v daném měsíci

$V_{TV,den}$ – průměrná denní potřeba teplé vody v (viz tabulka [1]) [kg/m^3]

ρ – hustota vody [kg/m^3]

c – měrná tepelná kapacita vody [J/(kg·K)]

t_{SV} – teplota studené vody [°C]

t_{TV} – teplota teplé vody [°C]

z – přirážka pro zahrnutí tepelných ztrát souvisejících s přípravou teplé vody zjednodušeně dle tabulky [1]

Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody pro bilancování solární tepelné soustavy pro přípravu teplé vody je potom:

$$Q_{p,c} = Q_{p,TV} \qquad (9.02)$$

kde:

$Q_{p,c}$ – Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

$Q_{p,TV}$ – Celková potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

2. Stanovení využitelných tepelných zisků solární soustavy:

Měsíční teoreticky využitelný tepelný zisk ze solární soustavy je dán vzorcem:

$$Q_{k,u} = 0{,}9 \cdot \eta_k \cdot H_T \cdot A_k \cdot (1 - p) \qquad (9.03)$$

kde:

$Q_{k,u}$ – měsíční teoreticky využitelný tepelný zisk solární soustavy [kWh/měs]

η_k – střední měsíční užitnost solárního kolektoru

H_T – měsíční dávka slunečního ozáření [kWh/(m^2 · K)] [1]

A_k – plocha solárního kolektoru [m^2] [2]

p – hodnota srážky z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát solární soustavy [-]

Hodnota srážky p z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát solární soustavy se pro přípravu teplé vody vypočítá podle vzorce:

$$p = \frac{0{,}26}{A_k} + 100 \cdot \frac{A_k}{Q_{p,c}} \qquad (9.04)$$

kde:

p – hodnota srážky z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát solární soustavy [-]

$Q_{p,c}$ – Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

A_k – plocha solárního kolektoru [m^2] [2]

Střední měsíční účinnost η_k solárního kolektoru se stanoví z rovnice křivky účinnosti:

$$\eta_k = \eta_o - a_1 \cdot \frac{t_{k,m} - t_{e,s}}{G_{T,m}} - a_2 \cdot \frac{(t_{k,m} - t_{e,s})^2}{G_{T,m}} \qquad (9.05)$$

kde:

η_k – střední měsíční užitnost solárního kolektoru [-]

η_o – účinnost solárního kolektoru při nulových tepelných ztrátách [-] [2]

$G_{T,m}$ – střední denní sluneční ozáření uvažované plochy solárních kolektorů [w/m^2] [1]

$t_{k,m}$ – střední teplota teplonosné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne [°C]

$t_{e,s}$ – střední venkovní teplota v době slunečního svitu [°C] [1]

a_1 – lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru [W/(m^2 · K)] [2]

a_2 – kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru [W/(m^2 · K^2)] [2]

Hodnota střední teploty teplonosné kapaliny $t_{k,m}$ se uvažuje celoročně konstantní a stanoví se dle vztahu:

$$t_{k,m} = 25 + 11000 \cdot \frac{A_k}{Q_{p,c}} \qquad (9.06)$$

kde:

$t_{k,m}$ – střední teplota teplonosné kapaliny v solárních kolektorech v průběhu dne [°C]

$Q_{p,c}$ – Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

A_k – plocha solárního kolektoru [m^2] [2]

Využité zisky solární soustavy se stanoví dle vzorce:

$$Q_{ss,u} = \min(Q_{k,u}; Q_{p,c}) \tag{9.07}$$

kde:

$Q_{ss,u}$ – využité zisky solární soustavy [kWh/měs]

$Q_{k,u}$ – měsíční teoreticky využitelný tepelný zisk solární soustavy [kWh/měs]

$Q_{p,c}$ – Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

Celkové roční využitelné tepelné zisky solární soustavy se stanoví dle vzorce:

$$q_{ss,u} = \frac{\sum_{i}^{XII} Q_{ss,u}}{A_k} \tag{9.08}$$

kde:

$Q_{ss,u}$ – využité zisky solární soustavy [kWh/měs]

A_k – plocha solárního kolektoru [m^2] [2]

Solární podíl f vyjádřený v % dle vztahu:

$$f = 100 \cdot \frac{Q_{ss,u}}{Q_{p,c}} \tag{9.09}$$

kde:

f – solární podíl [%]

$Q_{ss,u}$ – využité zisky solární soustavy [kWh/měs]

$Q_{p,c}$ – Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody [kWh/měs]

3. Stanovení dimenze potrubí solární soustavy [3]:

Dimenze potrubí solární soustavy se vypočte dle vzorce:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w}} \tag{9.10}$$

kde:

d – dimenze potrubí [m]

Q – objemový průtok solárních kolektorů [m^3/s]

w – rychlost proudění teplonosné látky [m/s]

4. Stanovení tlakových ztrát v potrubí [3]:

Rychlost proudění teplonosné látky se stanoví dle vztahu:

$$w = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d^2} \tag{9.11}$$

kde:

d – dimenze potrubí [m]

Q – objemový průtok solárních kolektorů [m^3/s]

w – rychlost proudění teplonosné látky [m/s]

Reynoldsovo číslo R_e se stanoví dle vzorce:

$$RE = \frac{w \cdot d}{v} \tag{9.12}$$

kde:

RE - Reynoldsovo číslo [-]

v – kinematická viskozita teplonosné látky [m^2/s]

d – dimenze potrubí [m]

w – rychlost proudění teplonosné látky [m/s]

Součinitel tření stanovíme dle vztahu:

$$\lambda = \frac{64}{RE} \tag{9.13}$$

kde:

RE - Reynoldsovo číslo [-]

λ – součinitel tření [-]

Měrná tlaková ztráta v přímém potrubí dle vztahu:

$$R = \frac{\lambda \cdot w^2 \cdot \rho}{2 \cdot d} \tag{9.14}$$

kde:

R – měrná tlaková ztráta v přímém potrubí [kPa/m]

λ – součinitel tření [-]

ρ – hustota teplonosné látky [kg/m^3]

w – rychlost proudění teplonosné látky [m/s]

d – dimenze potrubí [m]

Tlaková ztráta vřazených odporů se stanoví dle vztahu:

$$Z = \frac{\xi \cdot w^2 \cdot \rho}{2} \tag{9.15}$$

kde:

Z – tlaková ztráta vřazených odporů [kPa]

ρ – hustota teplonosné látky [kg/m^3]

w – rychlost proudění teplonosné látky [m/s]

ξ – součinitel místního odporu měděného potrubí [-]

5. Návrh objemu expanzní nádoby [4]:

Maximální objem expanzní nádoby se stanoví dle vzorce:

$$V_{EN} = (V_s + V \cdot \beta + V_k) \cdot \frac{p_e + 100}{p_e - p_o} \tag{9.16}$$

kde:

V_s – minimálního objemu teplonosné látky v nádobě ve studeném stavu [l]

V – celkového objemu soustavy [l]

β – součinitel objemové roztažnosti teplonosné látky [-]

V_k – objem solárních kolektorů [l]

p_e – maximální provozní tlak [kPa]

p_o – plnící tlak [kPa]

Maximální provozní tlak:

$$p_e = 0{,}9 \cdot p_{max} \tag{9.17}$$

kde:

p_e – maximální provozní tlak [kPa]

p_{max} – maximální provozní tlak v soustavě [kPa]

Výpočet plnícího tlaku dle vzorce:

$$p_o = h_s \cdot \rho \cdot g + p_d \tag{9.18}$$

kde:

ρ – hustota teplonosné látky [kg/m^3]

g – tíhové zrychlení [m/s^2]

p_d – minimální tlak, 20 kPa [kPa]

h_s – je výška sloupce teplonosné látky nad místem připojení EN [m]

Výpočet:

Stanovení potřeby tepla pro přípravu teplé vody:

Průměrná denní potřeba teplé vody se stanoví, dle měrné potřeby teplé vody vztažené na měrnou jednotu dle tabulky č.1 v normě TNI 73 0302. Pro obytné budovy se středním standardem je dána hodnota 40 l/den na osobu.

Teplota studené vody je 15 °C a teplé vody 60 °C.

Přirážka pro zahrnutí tepelných ztrát souvisejících s přípravou teplé vody dle tabulky č.2 normy je stanovena na z = 0,15.

Potřeba tepla pro přípravu teplé vody je vypočtena dle vzorce (9.01):

$$Q_{p,TV} = (1 + 0{,}15) \cdot \frac{4 \cdot 0{,}04 \cdot 999{,}7 \cdot 4191{,}9 \cdot (60 - 15)}{3{,}6 \cdot 10^6} = 9{,}638\ kWh/den$$

Celková měsíční potřeba tepla na přípravu teplé vody dle vzorce (9.02):

$$Q_{p,c} = 9{,}638\ kWh/den$$

Stanovení využitelných tepelných zisků solární soustavy:

Do výpočtu byla zadána hodnota plochy kolektoru pro dva kolektory. Plochou apertury pro jeden kolektor je 2,392 m^2, tudíž pro 2 kolektory A_k = 4,784 m^2.

Hodnota srážky p z tepelných zisků solárních kolektorů vlivem tepelných ztrát solární soustavy se pro přípravu teplé vody vypočítá podle vzorce (9.04) pro jednotlivé měsíce.

Hodnota střední teploty teplonosné kapaliny se stanoví dle vzorce (9.06):

$$t_{k,m} = 25 + 11000 \cdot \frac{4{,}784}{9{,}638 * 365} = 39{,}93\ °C$$

Střední měsíční účinnost η_k solárního kolektoru se určí z rovnice (9.05), kde jsou použity hodnoty středního denního slunečního ozáření uvažované plochy solárních kolektorů. Hodnoty jsou zjištěny z normy podle tabulky A.3 pro sklon kolektorů 45° s orientací na jih.

Měsíční teoreticky využitelný tepelný zisk ze solární soustavy je dán vzorcem (9.03). Jsou zde použity hodnoty dávky slunečního ozáření pro jednotlivé měsíce z tabulky A.1 v normě.

Využité zisky solární soustavy se stanoví dle vzorce (9.07) také pro jednotlivé měsíce.

Celkové roční využitelné tepelné zisky solární soustavy se stanoví dle vzorce (9.08):

$$q_{ss,u} = \frac{2266{,}76}{4{,}78} = 473{,}82\ kWh/m^2\ rok$$

Solární podíl f vyjádřený v % dle vztahu (9.09) pro jednotlivé měsíce bude i s ostatními hodnotami, které nebyli vypsány, uveden v tabulce č.1 pro stanovení využitelných tepelných zisků solární soustavy.

Tabulka č.1 - Stanovení využitelných tepelných zisků solární soustavy

Měsíc	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec	
n [dny]	31	28	31	30	31	30	31	30	30	31	30	31	
H_T [kWh/(m²·měs)]	35,7	57,1	93	127,4	147,3	136,1	136,9	148,1	105,1	85,6	46,1	29	
$G_{T,m}$ [W/m²]	418	489	535	527	521	517	512	515	516	488	427	387	
$t_{e,s}$ [°C]	1,8	2,7	6,3	10,7	16	18,6	20,5	21,1	17,1	11,7	6,4	3,6	
η_k [-]	0,43	0,49	0,54	0,57	0,61	0,63	0,64	0,65	0,62	0,56	0,48	0,42	
Q_{KU} [kWh/měs]	53,21	96,98	175,18	253,33	312,51	297,54	305,53	333,32	225,45	167,53	77,01	42,25	
Q_{pc} [kWh/měs]	298,78	269,86	298,78	289,14	298,78	289,14	298,78	289,14	289,14	298,78	289,14	298,78	Součet $Q_{ss,u}$
$Q_{ss,u}$ [kWh/měs]	53,21	96,98	175,18	253,33	298,78	289,14	298,78	289,14	225,45	167,53	77,01	42,25	2266,76
$q_{ss,u}$ [kWh/(m²·rok)]	473,82												
f [%]	18	36	59	88	100	100	100	100	78	56	27	14	

$Q_{p,TV}$ [kWh/den]	9,64	[kWh/rok]	3517,9
$t_{k,m}$ [°C]	39,96		
A_k [m²]	4,78		
a_1 [-]	3,74		
a_2 [-]	0,00		
η_0 [-]	0,79		
p [-]	0,19		

Stanovení dimenze a tlakové ztráty v potrubí:

Dimenze potrubí se stanoví na doporučený průtok od výrobce kolektoru 120 l/h. Pro 2 kolektory bude hodnota dvojnásobná tedy 240 l/h. Průměrná navrhovaná rychlost pro výpočet 0,6 m/s. Doporučená dimenze potrubí pro 2 kolektory jako 1 pole je měděné 15 x 1 mm. Dimenze potrubí solární soustavy bude stanovena dle vzorce (9.10):

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}000067}{\pi \cdot 0{,}6}} = 0{,}012\ m = 12\ mm$$

Podle výpočtu dimenze potrubí je určena dimenze jako 15 x 1 mm.

Výpočet rychlosti v potrubí dle vzorce (9.11):

$$w = \frac{4 \cdot 0{,}000067}{\pi \cdot 0{,}013^2} = 0{,}504\ m/s$$

Dle vzorců uvedených výše, jsou pro jednotlivé úseky, stanoveny tlakové ztráty potrubí, které jsou uvedeny v tabulce č.2.

Tabulka č.2 – Tlakové ztráty potrubí solární soustavy

Úsek	M (kg/h)	L (m)	D_{max} (mm)	R (Pa/m)	v (m/s)	ξ (-)	R · L (Pa)	Z (Pa)	R · L + Z (Pa)
1	240,00	13,23	15 x 1	133,84	0,50	4,5	1770,97	1113,44	2884,41
1´	240,00	8,78	15 x 1	133,84	0,50	3,4	1175,52	841,27	2016,78
2	240,00	2,23	15 x 1	133,84	0,50	2,7	298,06	668,06	966,13
2´	240,00	2,16	15 x 1	133,84	0,50	2,9	288,96	717,55	1006,51
3	240,00	14,90	15 x 1	133,84	0,50	3,7	1994,08	915,50	2909,58
3´	240,00	14,90	15 x 1	133,84	0,50	3,4	1994,08	841,27	2835,35
								Celková ztráta =	12618,76

Návrh objemové expanzní nádoby:

Maximální provozní tlak solární soustavy je dle výrobce určen na 600 kPa. Dále se pak sníží dle vzorce (9.17):

$$p_e = 0{,}9 \cdot 600 = 540\ kPa$$

Výpočet plnícího (minimálního) tlaku soustavy dle vzorce (9.18):

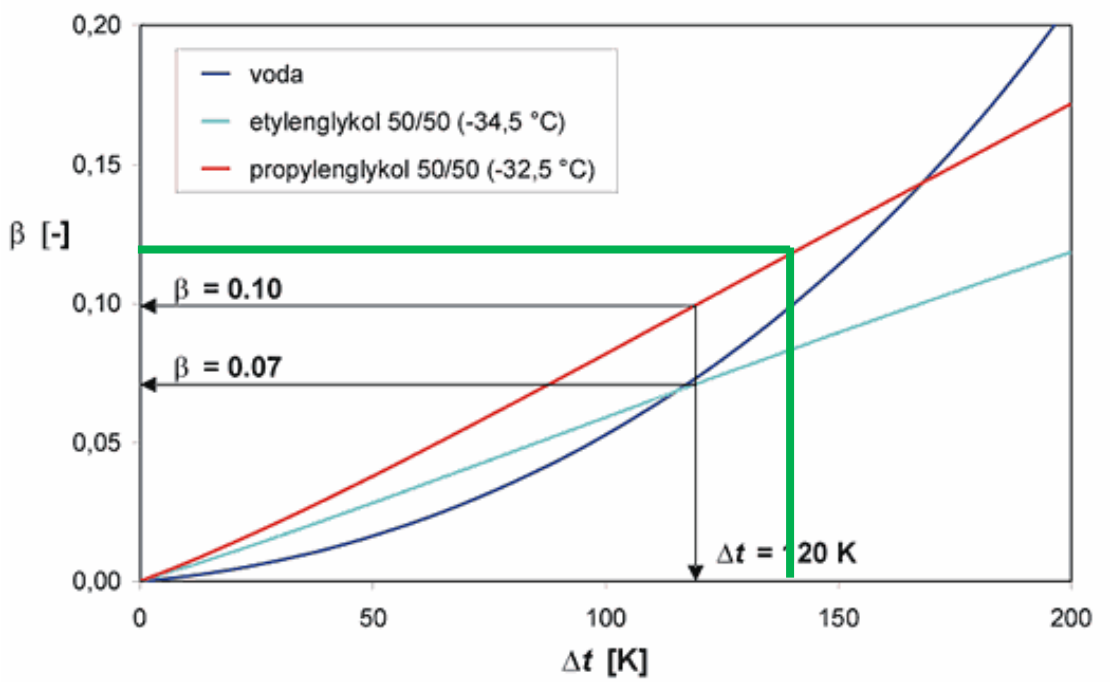
$$p_o = 6 \cdot 998{,}31 \cdot 9{,}81 + 20 = 58\ 780\ Pa = 58{,}780\ kPa$$

Expanzní nádoba se pak vypočte dle vzorce (9.16):

$$V_{EN} = (2 + 22{,}931 \cdot 0{,}12 + 3{,}4) \cdot \frac{540 + 100}{540 - 58{,}78} = 10{,}841\ l$$

Navrhuji tedy expanzní nádobu SL012 od firmy Regulus s objemem 12 l.

Obrázek č.1 – Součinitele objemové roztažnosti β při teplotním rozdílu 140 °C



Výpočet zásobníku teplé vody:

Zásobník pro přípravu teplé vody je vypočten z denní potřeby teplé vody, 40 l na den a osobu. Nebo pomocí plochy kolektoru:

$$V_{AKU} = (1{,}5\ až\ 2) \cdot V_{TV,den} = (1{,}5\ až\ 2) \cdot 0{,}16 = 240\ l\ až\ 320\ l$$

$$V_{AKU} = (0{,}06\ až\ 0{,}08) \cdot A_k = 287\ l\ až\ 382\ l$$

Navrhuji tedy zásobník Regulus R2BC s celkovým objemem 420 l.

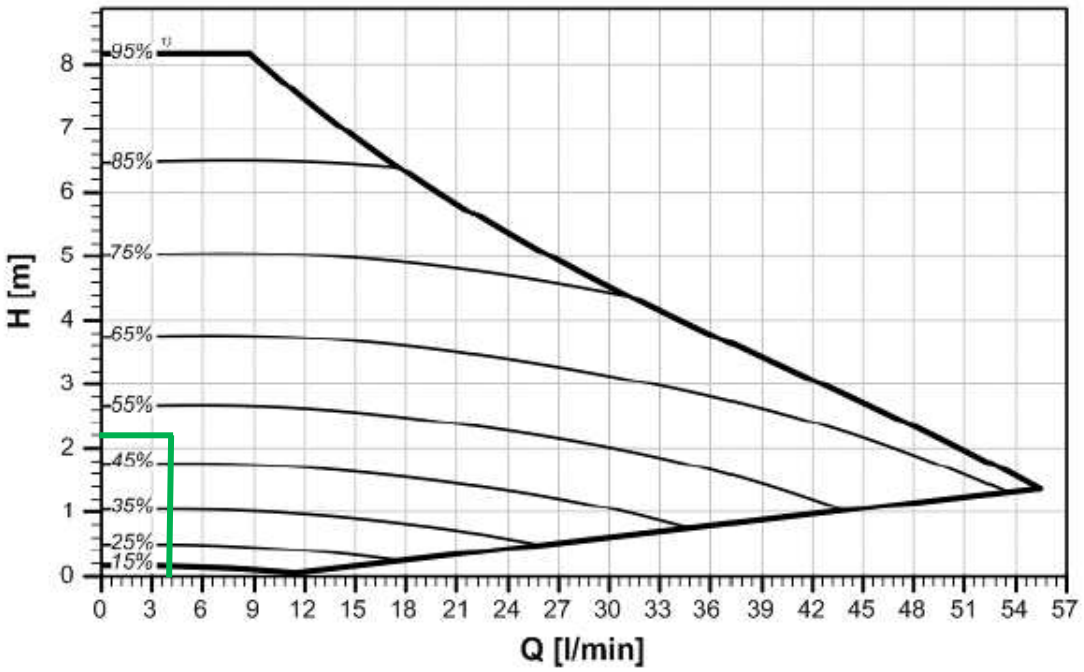
Návrh čerpadla solárního systému:

Návrh čerpadla se stanový dle dopravní výšky čerpadla podle vzorce:

$$H = \frac{1000 \cdot (\Delta p_{RF} + \sum \Delta p_{Ap})}{\rho \cdot g} = \frac{1000 \cdot (12{,}618 + 8{,}69)}{9{,}81 \cdot 981{,}87} = 2{,}212\ m$$

Navržené čerpadlo je součástí čerpadlové skupiny CSE SOL W P, čerpadlo Para ST 25-130/7-50/ iPWN2.

Obrázek č.2 – Výkonová křivka čerpadla Para ST 25-130/7-50/iPWN2 [5]



Pro ohřev bazénové vody je použit tepelný výměník OVB 70–20 kW. Pro objem bazénové vody 18 l.

Obrázek č.3 – Tabulka návrhu tepelného výměníku pro bazény [6]

Typ výměníku	OVB 70	OVB 130	OVB 180	OVB 250	OVB 300	OVB 500
A (mm)	402	502	386	512	646	1106
B (mm)	122	122	143,6	143,6	143,6	143,6
C (mm)	250	300	280	406	540	1000
D (mm)	80	80	101,6	101,6	101,6	101,6
E (mm)	37,7	39,5	41,5	41,5	41,5	58
F (vnitřní závit)	1½"	1½"	1½"	1½"	1½"	2"
G (vnitřní závit)	¾"	¾"	1"	1"	1"	1"
Pro bazény do (m3)	20	40	60	80	100	140

Zdroje:

[1] TNI 73 0302: Energetické hodnocení solárních tepelných soustav – Zjednodušený výpočtový postup. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

[2] Technický list: Solární kolektor KPG1+. 1. Praha: REGULUS spol. s.r.o.

[3] RÁŽ, J.V. Fyzikální vlastnosti nemrznoucích směsí a navrhování soustav [online]. In: . [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://vytapeni.tzb-info.cz/6899-fyzikalni-vlastnosti-nemrznoucich-smesi-a-navrhovani-soustav

[4] ING. MATUŠKA, Tomáš, Ph.D. Prvky solárních soustav (II): Pojistná a zabezpečovací zařízení [online]. In: . 2006 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://www.tzb-info.cz/3484-prvky-solarnich-soustav-ii

[5] Technický list: Čerpadlová skupina CSE SOL WP. 1. Praha: REGULUS spol. s.r.o.

[6] Bazénový výměník OVB 70 - 20kW pro bazén do 20m3. *Bazénoline.cz* [online]. Praha: Eseos, 2019 [cit. 2019-04-25]. Dostupné z: https://www.bazenonline.cz/bazenove/eshop/11-1-Ohrev-bazenu/20-2-Tepelne-bazenove-vymeniky/5/247-Bazenovy-vymenik-20kW-pro-bazen-do-20m3

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.10

Technický list kolektorů

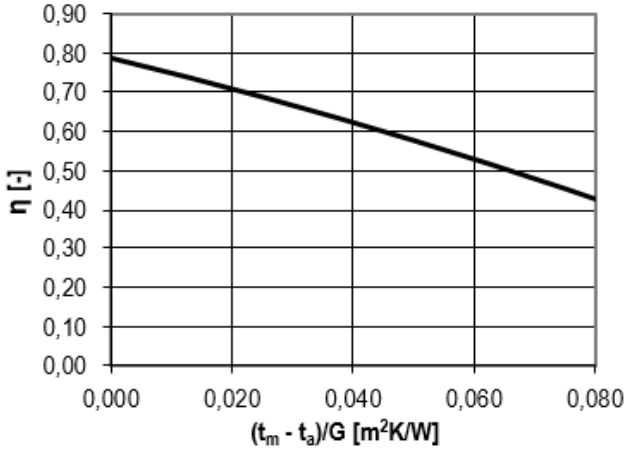
Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

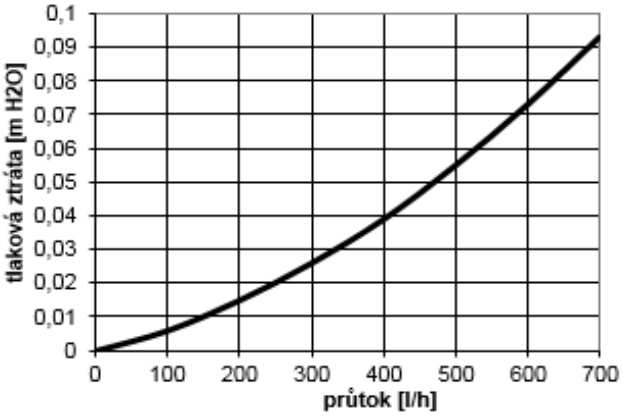
Solární kolektor KPG1 +

KPG1 +

Graf okamžité účinnosti na plochu apertury



Graf tlakové ztráty kolektoru



Objednací kód	14857

Rozměry a váhy	
výška x šířka x tloušťka	2150 x 1170 x 83 mm
stavební šířka	1250 mm
celková plocha	2,515 m^2
plocha apertury	2,392 m^2
plocha absorbéru	2,309 m^2
hmotnost bez kapaliny	38 kg

Zasklení	
materiál	kalené nízkoželezité sklo
tloušťka	3,2 mm

Absorbér	
materiál	hliník, tl.0,5mm
povrchová úprava	TiNOx
konstrukční typ	lyrový, laserově svařovaný
materiál připojovacích trubek	měď
rozměr připojovacích trubek	4 x Ø 22 mm × 0,8 mm
materiál trubek absorbéru	měď
rozměr trubek absorbéru	12 x Ø 8 mm × 0,5 mm
maximální pracovní tlak	6 bar
maximální pracovní teplota	120 °C
stagnační teplota	234 °C
teplonosná kapalina	vodní roztok propylenglykolu (1,7 l)
doporučený průtok	60 – 120 l/h

Tepelná izolace	
materiál izolace	minerální vlna
tloušťka izolace	40 mm

Rám	
materiál rámu	hliníková slitina
barva rámu	stříbrná
materiál skříně	hliníková slitina, tl. 0,5mm

Okamžitá účinnost na absorbér / aperturu / celk. plochu			
η_{0a} [-]	0,816	0,786	0,749
a_{1a} [W/m^2K]	3,900	3,747	3,580
a_{2a} [W/m^2K^2]	0,0049	0,0048	0,0045

Maximální výkon kolektoru při osvitu 1000 W/m^2	
Q_{max}	1883 W

Modifikátor úhlu dopadu	
$K_{\Theta\ 50°}$	0,918

Testováno podle ČSN EN ISO 9806

R E G U L U S spol. s r.o.
Do Koutů 1897/3, 143 00 Praha 4

Tel.: +420 241 764 506
Fax: +420 241 763 976

E-mail: regulus@regulus.cz
Web: www.regulus.cz

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb

Příloha č.11

Konzultační deník

Student: Hana Petrášová

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petra Tymová, Ph.D.

Konzultační list PETRÁŠOVÁ Hana

Konzultace č.	Datum	Podpis	Poznámky
28.11.18			1.+2.NP - pouze studie
10.12.18			PŮDORYS 1.NP, 2.NP, ZÁKLADY;
			STROP; ŘEZ - DOPRACOVAT
27.2.19			PŮDORYSY 1.NP, 2.NP VV
6.3.19			AXONOMETRIE VV, ZÁKLADY VE VÝKRESE STROPU VV
19.3.19			VV - grafika, DIMENZOVAT TV i VV - přepracovat!
26.3.19			VV - nové podklady, DIMENZE TV+VV - doplnit!
17.3.19			ZÁVĚREČNÁ KONZULTACE